PLAN ET GÉNÉRALITÉS

D'UN COURS

DE PHYSIQUE MÉDICALE;

THÈSE

Présentée et soutenue à la Faculté de Médecine de Paris, pour le concours à la chaire de physique médicale, le 28 février 1831;

PAR ALPH. GUERARD,

Docteur en médecine; Agrégé à la Faculté (section de médecine); Médecin du Bureau central d'admission aux hôpitaux civils, etc.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE DIDOT LE JEUNE,

Imprimeur de la Faculté de Médecine, rue des Maçons-Sorbonne, n°. 13.

1831.

JUGES.

Président : **M. DEYEUX**, *Professeur à la Faculté*

MM.		MM.	
ADELON,	*Professeur à la Faculté.*	DULONG,	*Membre de l'Institut.*
ALIBERT.	id.	GAY-LUSSAC,	id.
ANDRAL,	id.	LEROUX,	*Professeur à la Faculté.*
BECQUEREL,	*Membre de l'Institut.*	MOREAU,	id.
CHEVREUL,	id.	ORFILA,	id.
CRUVEILHIER,	*Professeur à la Faculté.*	RICHERAND,	id.
DES GENETTES,	id.	SERULLAS,	*Membre de l'Institut.*

COMPÉTITEURS.

MM.	MM.
PELLETAN.	LEGRAND
GUERARD.	PERSON.

Les circonstances qui ont amené la vacance de la chaire de physique médicale et sa mise au concours ont été tellement imprévues, que je n'ai eu que le temps de réunir à la hâte quelques notes éparses, pour me préparer à me ranger au nombre des candidats ; ma thèse ne peut donner par conséquent qu'une idée très-imparfaite des importantes applications que l'on peut faire de la physique à la médecine. Forcé de me renfermer dans un cadre très-resserré, je n'ai pu qu'effleurer un sujet qui aurait besoin d'être profondément médité, et qui, exploité d'une manière convenable, me semble devoir puissamment concourir aux progrès de la médecine.

PLAN ET GÉNÉRALITÉS

D'UN COURS

DE PHYSIQUE MÉDICALE.

GÉNÉRALITÉS.

On entend par *science* un ensemble de vérités ayant entre elles des caractères communs.

Présenter les *généralités d'une science*, c'est en embrasser l'étendue, en poser les bases, en fixer les limites et les divisions.

Parmi les sciences naturelles, c'est à dire celles qui ont pour objet l'ensemble de l'univers, la *physique* s'occupe des propriétés générales des corps, et des phénomènes résultant de celles de leurs actions mutuelles qui n'altèrent pas leur composition intime.

Elle diffère de la *chimie* en ce que celle-ci a pour but la détermination des élémens divers qui concourent à former les corps, la séparation de ces élémens, et leur réunion, qui régénère les composés d'où ils provenaient ou en crée de nouveaux.

La physique procède par voie d'observation, bien différente en cela de la *mécanique*, science des mouvemens et des forces, qui s'appuie

sur un petit nombre de vérités expérimentales pour en déduire les autres *à priori*.

Toutefois les rapports les plus intimes lient entre elles les trois sciences dont nous venons de parler. Les faits particuliers dont se compose la physique, comme toute autre science, peuvent être coordonnés entr'eux par un certain nombre de *lois* ou *théories*, dont l'avantage est de représenter plusieurs de ces faits par un seul, et de permettre la comparaison des faits *généraux* entr'eux.

C'est à l'application des lois de la physique générale aux phénomènes de la vie que nous donnons le nom de *physique médicale*.

La physique médicale aura des relations avec toutes les branches de la médecine; elle leur fera de nombreux emprunts, et leur fournira des notions précieuses.

Ainsi la description anatomique des organes, de celui de la voix, par exemple, doit nécessairement précéder toute exposition des phénomènes physiques qui s'y opèrent : ce sont des instrumens dont le jeu dépend essentiellement de leur structure.

Puisque la physiologie est la science qui traite des phénomènes de la vie, on comprend sans peine combien de rapports elle doit avoir avec la physique médicale, qui lui fournit les moyens d'expliquer ce qui se passe dans l'action d'un grand nombre d'organes; mais s'il est vrai de dire que souvent la physique est d'un grand secours dans l'étude de la physiologie, il n'est pas moins exact d'avancer que, suivre ce guide à l'exclusion de tout autre, dans l'examen des phénomènes vitaux, ce serait s'exposer à de fréquentes erreurs : ainsi, pourquoi *Lecat*, *Buffon*, *Berkley* se sont-ils épuisés en vains raisonnemens pour expliquer comment les objets sont vus droits, malgré le renversement de l'image au fond de l'œil : c'est que, physiciens exclusifs, ils n'ont pas songé que l'opération vitale commençait là où finissait le phénomène purement physique.

L'hygiène a été heureusement définie, l'étude des choses par lesquelles s'entretient la santé; et, comme parmi les maladies il en est qui sont essentiellement causées par les influences extérieures,

les liens qui unissent l'hygiène et la physique sont faciles à comprendre; il ne faudrait pourtant pas croire que, parce qu'une maladie résulte d'une semblable cause, les circonstances de sa production appartiennent nécessairement à la physique ; il faut, pour qu'il en soit ainsi, que l'on puisse saisir la liaison qui existe entre la cause et l'effet; autrement on rentre dans le domaine de l'hygiène. Un exemple pourra servir à expliquer plus clairement ma pensée : l'influence du froid sur la syphilis est incontestable, mais la physique ne peut pas en rendre raison; aussi ce fait appartient-il à l'hygiène. Au contraire, on peut très-bien expliquer, par les lois physiques, l'influence du même agent dans la production des maladies aiguës des voies respiratoires, et dans ce cas le phénomène relève de la physique médicale.

Pour ce qui est de la pathologie interne ou externe, ce que nous venons de dire au sujet de l'hygiène montre assez que la physique ne peut rester étrangère aux modifications survenues dans la structure et les fonctions des organes par suite des maladies dont ils sont le siége; se fondant sur les changemens matériels survenus dans les organes, elle déterminera souvent *à priori* les altérations fonctionnelles, elle fournira des moyens précieux de diagnostic, et fera servir ces diverses modifications à la détermination exacte des usages de certaines parties de nos organes : les phénomènes de l'auscultation et de la percussion, etc., sont autant de preuves de ce que j'avance.

Enfin, la thérapeutique elle-même aura souvent recours à la physique, qui, ayant fait connaître la cause de certaines maladies, donnera quelquefois les moyens d'en détruire les effets. C'est ainsi qu'après nous avoir appris comment l'inspiration prolongée d'un air trop sec donne aux voies pulmonaires un surcroît d'activité qui leur est fréquemment nuisible, elle nous indiquera non-seulement le remède à apporter au mal déjà déclaré, mais encore la manière de prévenir le mal lui-même.

D'après ce que nous venons de dire, la physique médicale comprend deux parties bien distinctes : 1°. l'exposition des lois physiques

proprement dites; 2°. l'application de ces lois aux phénomènes de la vie. La matière et les agens ou forces qui la modifient sans cesse font le sujet de la physique.

La matière est tout ce qui agit sur nos sens; pour que la cause de cette action puisse recevoir le nom de *matière*, il suffit ordinairement qu'un seul de nos sens soit affecté. Néanmoins, cette proposition souffre des exceptions : ainsi, l'image d'un corps n'est pas matérielle, bien qu'elle agisse sur notre vue comme le corps d'où elle émane.

Tout ce qui est *matière* jouit de certaines propriétés appelées pour cette raison *propriétés générales* : telles sont l'étendue, l'impénétrabilité, etc.

Mais il est d'autres propriétés, beaucoup plus nombreuses, qui n'appartiennent pas également à toute espèce de matière, telles que la couleur, la transparence, l'odeur, etc.

Ce sont ces dernières propriétés que l'on a appelées *organoleptiques*, c'est à dire reconnues par nos organes, qui servent à différencier les diverses espèces de matière; et comme il n'est pas une seule sorte de matière qui n'en possède un certain nombre, il en résulte que la matière, considérée indépendamment de toute propriété spéciale, et ne jouissant que des propriétés générales, est une véritable abstraction.

Nous désignerons donc sous le nom de *corps* la matière modifiée de manière à offrir à la fois les propriétés générales communes à toute matière, et des propriétés particulières, variables dans chaque espèce de corps.

La matière pourrait être une dans son essence intime, sans que cela pût exclure l'idée de corps distincts; il suffit, pour cela, d'admettre que les dernières particules en lesquelles un corps peut être divisé sont elles-mêmes formées d'*atômes* d'une étendue infiniment petite par rapport à l'espace qui les sépare, et qui sont autant de centres de forces qui excluent les autres centres de forces. D'après cette manière de voir, la forme des molécules d'un corps sera déterminée par la position relative des atômes qui concourent à les pro-

duire, et la forme totale du corps lui même résultera de celle des molécules : quant aux autres propriétés, elles résideront dans la même cause.

Nous venons de dire que la forme d'un corps est liée à la forme de ses dernières particules : en effet, la structure des corps est telle, que lorsqu'ils ont été réduits en poussière impalpable, chaque fragment, si petit qu'il soit, offre la forme de la masse, en supposant que celle-ci fût régulière. Les corps à structure en apparence compacte ne font pas exception à cette règle générale : c'est ainsi qu'un morceau de soufre ou de bismuth, bien qu'ils ne présentent, quand on vient à les briser, aucune trace de cette disposition régulière, n'en sont pas moins constitués d'une manière analogue, comme on peut le démontrer par expérience.

Remarquons toutefois que ce n'est que dans les solides que l'on prouve que la forme des particules est déterminée : dans les liquides et les gaz, on la suppose cubique ou tétraedrique, afin d'expliquer leurs mouvemens, mais il n'est pas possible d'en fournir la preuve expérimentale.

Tout ce que nous venons de dire sur la forme et la structure des corps s'applique à la nature morte inorganique : il n'en est plus de même dans les corps organisés.

Ceux-ci paraissent formés de globules que l'on peut isoler, pour les végétaux du moins, à l'aide de l'acide nitrique affaibli.

Ces globules sont transparens dans leur centre, à raison de leur forme sphérique; et cette disposition avait fait croire qu'ils consistaient en bourrelets opaques percés à leur partie centrale.

Ils sont d'ailleurs tantôt vides et tantôt remplis d'un liquide diaphane.

Leur réunion en séries linéaires constitue les fibres; sont-ils disposés suivant un plan, il en résulte une membrane, et celle-ci est homogène ou fibreuse, suivant que l'arrangement offre ou non une résistance égale dans tous les sens. Le tissu provient de la disposition des globules dans les trois directions, longueur, largeur, épaisseur.

Les tissus creux, le tissu cellulaire en particulier, tiennent à la réunion des globules en membranes, laissant entre elles des espaces vides.

Que dans ces espaces il se dépose du phosphate calcaire, le tissu osseux prendra naissance.

L'existence des globules et leur reprodnction sont liées intimement à la vie; après la mort, les lois chimiques reprenant tout leur empire, les principes médiats des végétaux et des animaux se dissocient et rentrent dans le règne inorganique (1).

Des différences aussi grandes dans la structure des corps organisés et des corps inorganiques nous font pressentir une différence non moins grande dans l'action des agens ou forces physiques.

D'ailleurs, dans les corps inorganiques, nous pouvons isoler à volonté les phénomènes qui s'opèrent sur les solides de ceux qui n'affectent que les fluides.

Il n'en est plus de même dans les êtres organisés : leurs différentes parties résultent du concours des solides avec les liquides, et tout ce

---

(1) Quand on réfléchit, d'une part, à la nécessité imposée par la nature aux animaux de se nourrir exclusivement de substances organiques, et, d'autre part, à la composition globuleuse du chyle, produit immédiat de la digestion, on est tenté de croire que cette fonction n'opère qu'une simple désaggrégation des globules nutritifs et non leur décomposition ; les propriétés si remarquables du sucre, de la gomme, de la gélatine, qui ne renferment pas de globules, et sont impropres à la nutrition quand on les emploie comme aliment exclusif, tendent à appuyer cette manière de voir.

Une fois désaggrégés, ces globules se modifient dans l'économie par la circulation, la respiration, etc., et finissent par aller se déposer dans les points où existent déjà des globules semblables à eux.

Il résulterait de là que l'organisation végétale aurait seule la puissance de de former toutes pièces les globules organiques, et que l'organisation animale ne ferait que modifier les globules préexistans.

Ces idées auraient besoin d'être développées, mais ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails à ce sujet.

qui agit sur les uns doit aussi porter simultanément son action sur les autres.

Toutefois cette influence n'est pas également sensible pour tous les agens naturels, et il est vrai de dire que les lois physiques trouvent en général des applications plus fréquentes et plus exactes dans les phénomènes vitaux, que ne peuvent le faire les lois chimiques.

Si les propriétés que nous présentent les corps étaient immuables; si ces corps, par exemple, offraient constamment la même température, l'étude des agens naturels serait renfermée dans d'étroites limites; car, ainsi que nous le verrons, on ne rencontre ordinairement, dans cette étude, que des rapports à établir entre des quantités dont la valeur absolue nous échappe complètement.

C'est donc par leurs variations que ces agens se décèlent à nous.

Dans l'état actuel de la science, on peut réduire à cinq les agens naturels qui président à tous les différens phénomènes que nous produisons dans les corps.

Ces agens sont l'attraction, la lumière, le calorique, l'électricité et le magnétisme.

Il est très-présumable, ainsi que nous le verrons par la suite, que le calorique et la lumière ne forment qu'un seul et même agent, et qu'il en est de même de l'électricité par rapport au magnétisme.

Toutefois l'identité n'est pas encore démontrée, et nous devons, quant à présent, du moins, admettre ces cinq agens distincts.

L'*attraction* est cette force en vertu de laquelle les molécules matérielles se portent les unes vers les autres.

Quand elle agit entre de vastes agglomérations de molécules, elle produit les phénomènes de la gravitation universelle, de la pesanteur

C'est elle alors qui règle le cours des astres, et par suite celui des saisons : elle fixe à la surface de la terre les corps qui y sont placés ; elle est la cause de leur chute quand ils sont abandonnés à eux-mêmes au-dessus de cette surface ; son principal effet est le mouvement ; elle le produit suivant des lois déterminées.

Lorsqu'au contraire l'attraction s'exerce de molécule à molécule, il peut en résulter deux ordres bien distincts de phénomènes.

Si cette force l'emporte sur toutes les autres, les molécules se réuniront pour former des composés nouveaux.

Mais qu'un obstacle s'oppose à la prédominance de l'attraction, tel que l'existence d'une force répulsive plus puissante, ou que cette attraction elle-même n'ait qu'une médiocre énergie, alors il n'y aura plus qu'une simple tendance à la combinaison, au rapprochement des molécules : les phénomènes qui apparaîtront consisteront principalement en une adhésion des corps aux surfaces, en mouvemens plus ou moins opposés à l'action de la terre, etc. Nous les étudierons par la suite sous le nom de phénomènes *capillaires*.

La *lumière* est cet agent qui nous fait voir les corps; elle est la cause des couleurs variées qu'ils nous présentent; elle joue un rôle important dans les phénomènes de la vie; car, sous son influence, tout prend une activité nouvelle, tandis que, soustraits à son action, végétaux et animaux s'étiolent, languissent et ne tardent pas à périr.

Le *calorique* ou principe de la chaleur n'a pas une moindre importance que les agens dont nous venons de parler : c'est lui qui détermine l'état sous lequel les corps se présentent à nous; il augmente leur volume, opère la fusion des solides, la vaporisation des liquides; et ceux-ci, par le refroidissement, retournent à leur état primitif; les fluides élastiques se liquéfient, les liquides se solidifient. Les êtres vivans se raniment par son influence bienfaisante; la végétation, engourdie pendant l'hiver, se montre, au printemps, plus active que jamais, alors que le soleil verse la chaleur avec plus d'abondance; et les animaux sortent de leur torpeur et des retraites qui les avaient protégés contre la rigueur du froid.

Le quatrième agent que nous aurons à étudier est l'*électricité :* les effets produits par cet agent occupent un rang important parmi les phénomènes naturels; la foudre, la grêle, les aurores boréales, etc., en dépendent immédiatement; mais, en outre, il ne se produit pas

un phénomène chimique, un changement de température, etc., qu'il ne soit accompagné d'un développement d'électricité.

Le *magnétisme*, enfin, est cette force qui développe dans le fer la propriété d'être attiré par l'aimant, et dans celui-ci la faculté de prendre une direction déterminée par rapport à l'axe de la terre.

Outre ces agens, il en est un dont la nature intime est peut-être encore moins connue, et dont l'existence ne peut néanmoins être révoquée en doute.

Je veux parler de la force *organique* en vertu de laquelle tant de phénomènes se produisent, tant de combinaisons et de décompositions s'opèrent pendant un temps limité appelé *vie :* cette force, qui résiste à la fois et aux agens extérieurs dont nous avons parlé, et aux affinités chimiques intérieures, qui est concentrée dans les individus, qui se transmet par voie de génération, se conserve dans les *graines* et les *germes* durant un temps en quelque sorte indéterminé, sans que rien décèle sa présence, jusqu'à ce que les circonstances environnantes étant devenues favorables, elle entre en action et donne au corps qui en est doué la faculté d'attirer sans cesse dans sa propre substance une partie des substances qui l'entourent, en leur faisant revêtir passagèrement une forme semblable à la sienne; cette force qui, du moment où elle a commencé à agir, ainsi que nous venons de le dire, ne s'arrête plus, et n'a qu'une durée limitée, qui subit souvent d'importantes modifications, par suite de la lutte établie entre elle et les autres agens dont nous avons parlé, modifications connues le nom de *maladies;* qui cesse enfin d'une manière brusque au moment que l'on appelle *la mort*, époque à laquelle les lois physiques et chimiques, reprenant tout leur empire, détruisent en peu d'instans les produits si longuement élaborés de la force d'organisation, les font rentrer dans la masse commune des élémens, où vont les puiser successivement les êtres animés à leur tour de la même force, pour les faire servir à leur entretien et à leur développement.

Quelque puissante que soit l'intervention de la force organique

dans les phénomènes physiques, nous ne pensons pas que son étude appartienne à la physique médicale; c'est à la physiologie qu'il faut la rapporter, puisque cette dernière science a pour but l'étude des lois de la vie, ou en d'autres termes, *la recherche de l'origine de la nutrition, de la reproduction, des âges et de la fin des êtres vivans*

Si nous résumons en quelques mots tout ce qui a été dit plus haut et ce qui en ressort naturellement, nous voyons que la physique médicale doit comprendre :

1°. L'étude de la matière et de ses propriétés ;

2°. L'étude des corps et des divers états sous lesquels ils se présentent à nous;

3°. L'histoire des agens qui modifient sans cesse cette matière;

4.° Les phénomènes météorologiques;

5.° L'application des lois découvertes dans les sections précédentes aux phénomènes vitaux, soit dans l'état de santé, soit dans l'état de maladie.

Cette application consiste dans l'explication du jeu des différens organes, du mécanisme par lequel se produisent diverses altérations fonctionnelles; dans l'exposition des préceptes hygiéniques et thérapeutiques qui s'en déduisent, etc.

6°. Nous y joindrons de plus quelques notions de statique qui sont également susceptibles d'applications importantes.

Quant au plan et à la méthode qu'il nous paraît convenable de suivre dans l'exposé des faits, nous les indiquons dans les tableaux ci-joints, qui ne sont, après tout, qu'une table raisonnée des matières que l'on doit traiter dans un cours de physique médicale.

PLAN D'UN COURS

DE

PHYSIQUE MÉDICALE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

La physique est la science qui traite des propriétés des corps et de celles de leurs actions mutuelles qui n'altèrent pas leur composition intime. — Elle est distincte de la chimie et de la mécanique. — La physique médicale consiste dans l'application des lois physiques aux phénomènes de la vie.

Les objets dont s'occupe la physique sont : la *matière* et les *agens* qui la modifient.

La matière est une, et jouit, comme *matière*, de propriétés constantes. — Lorsqu'à ces propriétés communes se trouvent réunies d'autres propriétés spéciales, la matière qui les présente est désignée sous le nom de *corps*. — Structure des corps : régulière et géométrique dans les solides inorganiques, elle est globuleuse dans les corps organisés. — Les *atômes* sont des centres de forces attractive et répulsive. — Leur position respective détermine la forme des dernières molécules des corps. — Les corps sont solides, liquides ou aériformes.

Les agens naturels sont : *l'attraction, la lumière, le calorique, l'électricité, le magnétisme et la force d'organisation.* — La physique ne traite que des cinq premiers.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DE LA MATIÈRE. — ÉTENDUE. Elle est indépendante de la matière, et consiste dans la portion d'espace qu'elle occupe. — On

l'appelle aussi *volume.* — Dans les corps, le volume est *réel* ou *apparent,* ce qui tient à la *porosité* : un corps dont les pores sont très-larges devient *permeable* aux liquides et aux gaz. — Les tissus animaux sont perméables pendant la vie ; ils le deviennent encore plus après la mort : c'est là la cause de la transsudation cadavérique, des infiltrations, etc. — Les liquides et les gaz sont perméables les uns aux autres. — Dans les animaux inférieurs, l'absorption et la circulation sont remplacées par la perméabilité. — Le chyle des insectes transsude à travers leur estomac, imbibe leurs parties, etc. — Le *frottement* est une conséquence de la porosité. — Entre les liquides le frottement est presque nul. — L'espèce de mouvement influe sur le frottement. — Considérations anatomico-physiologiques sur les articulations des animaux.

Impénétrabilité. Elle résulte de l'idée qui a été donnée des atômes. — Les anomalies qu'elle présente tiennent à la porosité ou à l'attraction chimique.

Divisibilité. Elle est limitée dans les corps, et s'arrête à leurs dernières molécules. — La permanence des propriétés fait supposer qu'il doit en être ainsi.

Mobilité. Elle consiste dans le transport du corps d'un lieu vers un autre. — Le *mouvement* et le *repos* sont relatifs ou absolus. — Le mouvement est rectiligne ou curviligne, uniforme ou varié. — Le mouvement varié est accéléré ou retardé. — Qu'est-ce que la *vitesse?* — Rapports de la vitesse avec la force d'impulsion. — A une force double correspond une vitesse double, etc. — Loi d'inertie. — Loi de continuité. — Composition des forces. — De la direction et de la vitesse d'un corps soumis en même temps à l'action de plusieurs forces, 1°. opposées, 2°. parallèles, 3°. obliques, égales ou inégales entre elles. — *Résultante.* — Composantes. — Parallélogramme des forces. — Des leviers. — On en connaît trois espèces. — La plupart des mouvemens produits chez l'homme s'opèrent au moyen de leviers.

Lois du mouvement uniforme. — Lois du mouvement uniformément accéléré.

ATTRACTION.

PREMIÈRE SECTION. — Pesanteur.

La pesanteur anime toutes les molécules des corps. — L'action est la même pour toute espèce de substance. — La direction de la force est perpendiculaire à la surface des eaux. — Elle ne cesse jamais d'agir, même quand les corps semblent en repos à la surface du globe. — Elle est inverse du carré de la di-

stance. — Loi de la chute des corps. — Les espaces parcourus sont proportionnels au carré des temps. — Machine d'*Atwood*. — Plan incliné. — Double manière de vérifier la loi de la chute des corps, 1°. en atténuant l'action de la pesanteur, sans porter atteinte à la loi ; 2°. en soustrayant à cette action le mobile après un temps déterminé, et observant le mouvement uniforme qui l'anime alors. — L'intensité de la pesanteur à Paris est égale à $9^{m},8088$.

Les mouvemens ou *oscillations* du *pendule* sont dus à la pesanteur. — Les oscillations sont isochrones. — La matière du pendule n'a aucune influence sur le nombre et la durée des oscillations. — Les durées de celles-ci sont proportionnelles aux racines carrées des longueurs des fils de suspension. — Le pendule peut être employé à mesurer l'intensité de la pesanteur dans les différens lieux de la terre. — Appareil de *Cavendish*.

Poids des corps. — C'est la somme de toutes les actions particulières de la pesanteur sur les molécules. — Le poids est proportionnel à la masse. — Toutes les actions de la pesanteur peuvent être remplacées par une force unique, qui est leur résultante. — Cette résultante passe par le *centre de gravité*. — Détermination de ce centre de gravité. — De l'équilibre dans la station, la locomotion, etc. — Histoire physique des déviations de la colonne vertébrale. — Examen des procédés dits *orthopédiques*, employés pour y remédier.

Hydrostatique. Principe d'égalité de pression dans les liquides. — La pression exercée sur un liquide est transmise par lui dans tous les sens. — Effets de la pesanteur sur les liquides. Il y a deux conditions d'équilibre : 1°. la surface est perpendiculaire à la direction de la pesanteur. — 2°. Une molécule quelconque de la masse est soumise dans toutes les directions à des pressions opposées et égales. — Le principe de l'égalité de pression, combiné avec la première condition d'équilibre, donne pour résultat que, 1°. la pression sur le fond d'un vase est équivalente au poids de la colonne liquide ayant la même base que le vase, et la hauteur du niveau $= B \times H$. — Application de ce principe. — Presse hydraulique. — 2°. la pression exercée sur les parois équivaut au produit de la paroi que l'on considère par la moitié de la hauteur. — Égalité de niveau dans les vases communiquans. — Si les *densités* sont inégales, les hauteurs sont en raison inverse des densités. — On appelle *densité* d'un corps le rapport de son poids à son volume. — Conditions d'équilibre des corps flottans et des corps immergés. — Principe d'*Archimède* : *un corps plongé dans un liquide y perd une partie de son poids égale au poids du liquide qu'il déplace*. — Un corps immergé est en équilibre quand, 1°. le poids du liquide déplacé et celui du corps sont égaux ; 2°. le centre de gravité du corps et celui du fluide déplacé sont sur la même verticale. — Comment

les poissons restent-ils en équilibre? — Usages de la vessie natatoire. — Les conditions d'équilibre des corps flottans sont les mêmes que celles des corps plongés. — Le principe d'*Archimède* s'applique aux gaz comme aux liquides. — Aérostats. — Détermination des densités. — La densité est le rapport du poids au volume. — Corrections dans les pesées. — Aréométrie. — Volume, alcoomètre. — etc., etc.

HYDRODYNAMIQUE. Écoulement des liquides par des orifices en minces parois. — Théorème de *Toricelli* : *la vitesse d'écoulement par l'orifice, et la vitesse de chute libre d'une hauteur égale à celle du niveau, au-dessus du centre de l'orifice, sont les mêmes.* — La nature du liquide est sans influence. — Les vitesses d'écoulement sont équivalentes aux racines carrées des hauteurs du niveau à l'orifice. — Contractions de la veine fluide. — Influence des ajutages. — Dans certaines dimensions déterminées, ils augmentent la dépense. — Écoulement des liquides dans les tubes très-fins. — L'augmentation de température accélère la vitesse. — Des pressions latérales qu'exercent les liquides en mouvement. — Les liquides, en s'écoulant par la paroi d'un vase, réagissent sur lui. — Tourniquet hydraulique.

Applications des principes d'hydrostatique et d'hydrodynamique aux fluides élastiques. — La deuxième condition d'équilibre des liquides est seule applicable aux fluides élastiques; on la traduit ainsi : *pour que les gaz soient en équilibre, leur force élastique doit être la même dans toute l'étendue d'une couche de niveau.* — La *force élastique* ou *élasticité* est la pression que le gaz exerce contre les parois des vases qui le contiennent. — De l'air et de l'atmosphère. — L'air est pesant. — La pression qu'il exerce sur les corps a lieu en tous sens. — Le baromètre. — Il est fondé sur le principe déjà énoncé, savoir : que les hauteurs des colonnes liquides dans les vases communiquans sont en raison inverse des densités. — Vide barométrique. — Construction du baromètre. — Des différentes es pèces de baromètres. — Corrections à faire dans l'emploi du baromètre par suite des variations de température.

Loi de *Mariotte* : *les volumes des gaz sont en raison inverse des pressions qu'ils supportent.* — Manière de ramener les fluides élastiques à une pression constante. — Détermination de la hauteur de l'atmosphère ; le baromètre étant supposé divisé en 76 parties égales, et l'atmosphère en 76 parties correspondantes, l'épaisseur des couches d'air, à partir de la surface de la terre, suit une progression géométrique, tandis que les divisions tracées dans le même sens sur le baromètre sont en progression arithmétique. — Du vide et de la machine pneumatique. — Éprouvettes de *Mairan*. — Machine à compression. — Crève-vessie. — Hémisphères de Magdebourg. — Fontaines de compression, de *Héron*, intermittente. — Syphon. — L'écoulement dans le syphon a lieu avec une vitesse exprimée par

H — h. — Appareil à écoulement constant. — Cloche du plongeur. — Tubes de sûreté. — Fusil à vent. — Pompes. — Ventouses.

Ecoulement des gaz. — Quand des gaz s'écoulent par des orifices en minces parois, ils sont soumis au théorème de *Toricelli*. — La vitesse avec laquelle ils rentrent dans le vide est en raison inverse des racines carrées de leurs densités.

Applications des lois de la pesanteur a l'économie animale. — Les humeurs tendent toujours à gagner les parties les plus déclives, tant celles qui circulent dans les vaisseaux, que celles qui sont épanchées dans les tissus ou les cavités. — Cette tendance explique l'influence de la position dans certaines maladies (*hémorrhagies utérines, varicocèle, syncope,* etc.) — Elle rend compte de l'apparition et de la disparition de symptômes qui sembleraient d'abord dépendre d'une altération profonde, (*hémiplégie succédant au décubitus sur un côté, et disparaissant par le changement de position.* Mémoire de M. Dance sur l'hydrocéphale. 1829); elle fournit des moyens auxiliaires de traitement. (*Lieu d'élection pour l'ouverture des abcès. — Direction à donner aux lambeaux dans les amputations, pour l'écoulement du pus. — Position qu'il convient de garder dans certaines phlegmasies locales des membres, dans l'ophtalmie, etc.*) — Enfin, elle rend raison de la présence d'une foule d'altérations cadavériques qui simulent des lésions morbides, et de la non-existence de signes propres à certains genres de mort. (*Mémoire de M. Esquirol sur la strangulation. — Arch. de médecine*, t. 1er.)

La circulation veineuse est favorisée par la pression atmosphérique. — Il résulte des expériences de M. *Barry*, que dans l'inspiration, le vide qui tend à s'opérer dans la cavité thoracique, joint à la pression de l'air sur toute la périphérie du corps, pousse le sang veineux de la circonférence au centre. — L'examen anatomique du système vasculaire confirme cette manière de voir : les veines sous-clavières, axillaires, etc., sont maintenues, dilatées par leur adhésion aux parois thoraciques au moyen de lames aponévrotiques, qui se tendent encore plus dans l'inspiration. — Ce qui prouve que l'air ne peut pas rentrer assez vite par la trachée pour rendre égales les pressions intérieure et extérieure, c'est que, même après la mort, le poumon reste dans une extension forcée. — Toutefois, l'influence de la puissance inspiratrice décroît de plus en plus à mesure que l'on s'éloigne du cœur. — La circulation abdominale s'explique de la même manière, en y joignant les effets de la pression des muscles larges de l'abdomen et l'influence de l'arrivée continuelle du sang par les capillaires. — Introduction de l'air dans les veines pendant les opérations chirurgicales.

Le sang qui circule dans les vaisseaux presse dans le sens de l'axe et perpendiculairement aux parois. — La pression dans le sens de l'axe, pour les artères,

est telle, que *la force statique avec lequel laquelle le sang est poussé, est en raison directe du carré du diamètre du vaisseau.* — D'ailleurs *une molécule de sang se meut avec la même force dans tout le trajet du système artériel.*

La pression latérale est démontrée par la formation des anévrismes et des tumeurs variqueuses. — La preuve que les varices sont dues à cette cause, et non au poids de la colonne sanguine, c'est que le centre de renflement est souvent éloigné de la valvule. — La station favorise la formation des varices, parce que l'action musculaire rend la circulation cutanée plus active. — Mais il y a de plus augmentation de vitalité.

Des ventouses et de leur mode d'action dans les cas où on les emploie pour prévenir ou arrêter l'absorption des poisons

La succion du mamelon par l'enfant et l'écoulement du lait sont liés à la pression de l'air. — La raréfaction de l'air est impossible dans le cas de communication de la bouche avec les fosses nasales, et par suite la succion ne peut pas avoir lieu.

Quand la pression atmosphérique est considérablement diminuée, le sang tend à transsuder à travers les parois des vaisseaux qui le contiennent. — Influence du séjour sur les hautes montagnes, etc.

Effets de l'augmentation de pression. — Séjour sous la cloche du plongeur.

2°, §. PHÉNOMÈNES CAPILLAIRES.

Les principaux phénomènes capillaires sont l'élévation et l'abaissement des liquides au-dessus ou au-dessous de leur niveau. — Ils ont lieu dans le vide comme dans l'air. — Ils sont indépendans de l'épaisseur des surfaces. — L'attraction moléculaire est la seule cause qui les produit. — *Ménisque concave.* — *Ménisque convexe.* — Les phénomènes capillaires se réduisent à l'observation des formes de la surface du liquide en contact avec les corps. — L'élévation du liquide ou son abaissement sont en raison inverse des diamètres, et proportionnelles à la densité, pour l'eau, du moins. — Courbe des forces capillaires. — Adhésion produite par la capillarité. — Attractions et répulsions dues à la même cause. — Irrégularités que les forces capillaires introduisent dans les observations barométriques et autres. — L'*efflorescence* et le *grimpement* des sels sont dus à la capillarité.

Endosmose et exosmose. — Les lois de la capillarité ne suffisent pas pour expliquer les phénomènes connus sous ces dénominations. — L'affinité du liquide pour la membrane rend compte de la pénétration de celle-ci ; quant à l'issue du liquide par la face opposée à celle par laquelle il est entré, elle tient à l'*intussus-*

ceptibilité; les deux liquides tendant à se pénétrer l'un l'autre, il en résulte un mélange à l'entrée de chaque pore de la membrane, pour lequel celle-ci à moins d'affinité que pour celui des fluides qui était le plus attiré; d'où, mouvement dans un sens déterminé. — Ces effets ont lieu entre liquides, entre gaz et de liquide à gaz.

L'absorption, l'exhalation sont des phénomènes d'endosmose et d'exosmose. — Il en est de même de l'imbibition qui a lieu chez les animaux inférieurs, etc. — Il est présumable que les infiltrations, qui accompagnent les obstacles apportés au cours du sang se lient à la même cause.

3e. §. ÉLASTICITÉ.

Le rapport des forces attractives aux forces répulsives détermine l'état solide, liquide ou aériforme des corps. — On peut, par des moyens mécaniques, modifier l'espace qui sépare les molécules : c'est ce qui constitue la *compressibilité* et la *dilatabilité*. — La faculté de revenir à l'état primitif est appelée *élasticité*. — L'élasticité est parfaite dans les gaz et dans les liquides. — Appareil de M. *Œrsted*. — Les solides comprimés avec force et d'une manière permanente ne reviennent pas exactement à leurs dimensions primitives; leur densité est augmentée. — Élasticité de torsion. — Les oscillations du fil sont isochrones. — Rapports des oscillations avec les poids, avec les longueurs et les diamètres des fils. — Les forces de torsion sont proportionnelles aux angles de torsion. — Balance de *Coulomb*.

La résistance des liquides à la compression donne lieu à plusieurs phénomènes remarquables dans l'économie animale. — Mécanisme de la dilatation du col utérin par la poche des eaux. — Dilatation passive du cœur dans certaines espèces d'anévrysmes. — Dilatation de la vessie et de son col dans les rétrécissemens de l'urètre, etc.

Influence de l'élasticité des gaz contenus dans l'intestin sur les fonctions de celui-ci. — De leur mode d'action dans la production des hernies abdominales. — L'emphysème pulmonaire qui résulte des secousses habituelles de la toux ou des efforts violens continuellement répétés est une conséquence de l'élasticité de l'air. — La mort qui survient subitement après l'introduction de l'air dans les veines tient en partie à un mode d'action analogue.

Partout où il se trouve un antagonisme continuel, la nature a placé un tissu élastique, pour soulager l'action musculaire. — Aponévrose abdominale des herbivores. — Ligament cervical. — Le tissu élastique sert de liens, d'enveloppe, fait l'office de ressort, etc.

ACOUSTIQUE.

L'acoustique a pour objet de déterminer les lois de la production et de la propagation du son. — Elle diffère de la musique. — Le son résulte de mouvemens particuliers excités dans les corps, et communiqués de proche en proche jusqu'à nos organes. — Il n'a pas lieu dans le vide. — Le mouvement qui produit le son est une *vibration.* — Chaque vibration du corps sonore excite dans l'air une *ondulation* de longueur déterminée. — Théorie des ondulations. — *Onde contractée, dilatée.* — Les sons diffèrent par le ton, l'intensité et le timbre. — Le *ton* dépend de la longueur de l'onde. — L'*intensité* tient au degré de compression de l'air. — Le *timbre* s'explique par l'ordre dans lequel se succèdent les compressions des couches de l'onde. — Tous les sons ont la même vitesse de propagation dans l'air. — Elle est de 340^{m},88 par seconde à + 16^{d}. — Elle est de 1435^{m} dans l'eau.

Lois des vibrations des cordes. — Rapports du nombre des vibrations avec la longueur, l'épaisseur, le diamètre, la densité des cordes. — Rapports avec les poids qui les tendent. — Des nœuds et des ventres de vibrations. — De la gamme et des sons harmoniques.

Lois des vibrations des tuyaux. — Tuyaux *ouvert* ou *fermé.* — Qu'entend-on par *pied, bouche, lumière* du tuyau — La longueur influe seule sur le son, à moins que la largeur ne surpasse un dixième de la longueur. — La forme et l'épaisseur des tuyaux n'influent pas sur la longueur de l'ondulation, pourvu que les parois aient une rigidité suffisante. — Influence de la nature des parois ; tuyaux membraneux ; le son baisse quand on les humecte. — Dans les tuyaux fermés, la lame d'air en contact avec le biseau n'est ni condensée, ni raréfiée. — La couche d'air en contact avec le fond du tuyau n'éprouve aucun mouvement. — Ces conditions se remplissent quand l'ondulation a une longueur double de celle du tuyau. — Il y a réflexion au fond de la moitié de l'onde. — Si l'ondulation est de $\frac{2}{3}$, $\frac{2}{5}$, etc., il y a un, deux nœuds, etc. — Les tuyaux fermés rendent les sons 1, 3, 5, 7, 9.

Tuyaux ouverts. — A l'origine et à la fin il n'y a pas de condensation, mais il y a mouvement à la fin. — Si l'onde est égale à la longueur de tuyau, il y a symétrie à l'origine et à la fin : le son produit est le plus grave. — Il en est de même si l'onde est $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, etc. — A chaque moitié, à chaque tiers du tuyau se trouve la fin d'une ondulation. — Influence de la grandeur de la lumière et de la rapidité du courant d'air. — Battemens. — Tuyaux à *cheminées.*

Lois des vibrations des lames et des tiges. — Le nombre des vibrations est en raison inverse du carré des longueurs.

Détermination de la longueur absolue des ondes dans un milieu donné. — C'est le rapport de la vitesse du son au nombre des vibrations.

Vibrations des solides dont la longueur l'emporte sur les autres dimensions. — Verges; tubes, etc. — Les *lignes nodales* tracent des hélices plus ou moins parfaites, suivant la forme du corps vibrant. — Vibrations *longitudinales*, *transversales*, *normales*, *tournantes*.

Vibrations des solides dont l'épaisseur est peu considérable relativement aux autres dimensions. — Les lignes nodales vont du centre à la circonférence (*système diamétral*), forment des circonférences ayant leur centre commun au centre de la plaque (*système concentrique*), ou consistent dans des diamètres et des cercles plus ou moins altérés dans leurs directions et leurs contours (*système composé*). — Le nombre et la disposition des parties vibrantes dépendent du lieu de l'ébranlement, de la forme du corps, de sa nature, de ses dimensions et de la position des points de son étendue qu'on a préalablement rendus immobiles. — Vibrations *tournantes*. — Influence de l'inégale élasticité des corps dans tous les sens sur les vibrations et la position des lignes nodales. — Influence des milieux.

Moyens divers d'exciter des vibrations dans les corps. — Sirène. — Instrumens à *anche*, *rasette*, *languette*, *rigole*. — *Réclame*. — Dans les réclames, le courant d'air en entraînant une partie du fluide contenu dans l'instrument raréfie celui qui y reste; l'air extérieur rentre, par suite de sa pression plus considérable : il en résulte ainsi des alternatives de raréfaction et de compression. — Des phénomènes analogues se produisent quand on siffle. — Vibrations excitées dans une masse d'air déterminée par le moyen d'un son produit à distance. — Caisse des instrumens de musique destinée à renforcer le son. — Surfaces nodales des grandes masses d'air en vibration. — Échos.

Communication des vibrations par les corps contigus.

De la voix. — Du lieu précis où elle se forme. — On a comparé le larynx à un instrument à cordes *(Ferrein)*, à un instrument à anche *(Dodart)*, a un réclame *(Savart)*. — Les différences de sons résultent des formes que prennent les ventricules, des dimensions de l'ouverture de la glotte, du degré de tension des lèvres de la glotte. — Ils tiennent aussi à la tension variée de toutes les parties placées au-dessus du larynx, à l'occlusion ou à l'ouverture des lèvres, à l'élévation du larynx, par rapport aux autres parties, à la position relative du voile du palais, au volume de la langue, etc. — De la voix de *fausset*. — Elle paraît due presque exclusivement à la plus forte contraction des parties supérieures du tuyau vocal. — Du nazillement. — Dans la voix ordinaire, l'air ne passe pas les fosses nasales. — Les personnes chez lesquelles la communication de la bouche avec le nez ne peut pas être fermée, soit par l'absence ou la destruction partielle ou totale du voile

du palais, par la perforation de la voûte palatine, etc., ont la voix nasillarde. — De l'influence des maladies qui affectent la bouche, le pharynx, le larynx, etc., sur le timbre de la voix et sur son étendue. — Voix rauque et étouffée dans le cas d'ulcération et de destruction des cordes vocales chez les phthisiques. — De la voix croupale. — Ventriloquie. — De son siége présumé. — De la voix chez les animaux.

De l'audition. — Usages des diverses parties de l'oreille. — L'oreille externe ne se rtchez l'homme qu'à répéter les vibrations sonores et à les transmettre à la membrane du tympan. — Celle-ci les reçoit de plus par le conduit auditif. — Ce mode de transmission est même le plus efficace, car tout ce qui produira l'occlusion de ce conduit *(polypes, corps étrangers, gonflement inflammatoire, etc.)*, produira la surdité plus ou moins complète. — La membrane du tympan vibre d'autant plus énergiquement qu'elle est plus lâche. — Le son se transmet par la chaîne des osselets à la membrane de la fenêtre ovale. — Cette chaîne est analogue à l'*âme* d'un violon. — L'absence de la membrane du tympan ou son trop grand épaississement amènent la détérioration de l'ouie. — Cependant son intégrité n'est pas absolument nécessaire à l'exercice de l'audition. — Dans quelques cas même on a rendu l'ouie à des sourds, en la perforant. — Toutefois sa lésion au niveau de l'attache du marteau est nuisible à l'exercice de la fonction. — Les cellules mastoïdiennes paraissent analogues à la caisse des instrumens à cordes. Elles sont très-développées chez les oiseaux, dont l'ouie est, comme l'on sait, des plus délicates. — La trompe d'*Eustachi* sert au renouvellement de l'air dans l'oreille moyenne. — Son occlusion par du mucus endurci, par le gonflement de la membrane muqueuse, etc., entraîne la dureté de l'ouie. — La caisse du tympan sert surtout à maintenir les membranes des fenêtres ovale et ronde au même degré d'élasticité, en les tenant en contact avec un air dont la température et l'état hygrométrique sont invariables. — Dans le cas de perforation de la membrane du tympan, l'ouie a toujours moins de délicatesse que lorsque cette membrane est intacte, ce qui pourrait s'expliquer par l'usage que nous assignons ici à la caisse du tympan. — Au delà de l'oreille moyenne, le phénomène de l'audition est purement vital.

On n'a pas encore assigné de limites précises à la sensibilité de l'organe de l'ouie. — Tout le monde n'est pas apte à percevoir les mêmes sons; mais cela tient à leur intensité et non pas à leur ton. — Il résulte d'expériences récentes, que des sons correspondans à 48,000 oscillations par seconde sont très-perceptibles; il est probable qu'avec des instrumens appropriées on pourrait encore dépasser ce terme.

Les limites de la voix humaine sont comprises, terme moyen, pour l'homme,

entre le sol^1 et le fa^3, qui résultent, le premier de 190,8 vibrations en une seconde, et le deuxieme de 678,4. — Pour la femme entre le ré^3 et le la^4, c'est à dire entre 572,4 et 1606 vibrations dans le même temps. — Il est, toutefois, des personnes dont la voix a encore plus d'étendue.

De l'auscultation. — Les parois thoraciques transmettent au dehors les sons qui se produisent dans l'intérieur de sa cavité. — Elles entrent en vibration lorsque l'on parle, et les mouvemens vibratoires sont perceptibles par le toucher. — La présence d'un liquide épanché dans les plèvres modifie ces vibrations et cette transmission des bruits intérieurs. — L'épaisseur, l'état d'infiltration des parois, etc., exercent aussi une grande influence sur ces phénomènes. — Il en est de même de l'occlusion ou de l'ouverture de la bouche. — Du stéthoscope. — Expansion pulmonaire dans l'état sain. — Différences suivant les âges. — Des diverses espèces de *râles*. — Ils résultent tous du passage de l'air à travers un liquide plus ou moins visqueux. — Les différences que l'on remarque entre les râles *crépitant*, *muqueux* et le *gargouillement* sont dues principalement à l'ampleur des cavités où ils se produisent respectivement. — On pourrait, d'après cela, les nommer *vésiculaire*, *bronchique* et *caverneux*. — L'obstruction momentanée d'un tuyau bronchique par des mucosités suffit pour suspendre le bruit respiratoire dans les parties correspondantes. — Modifications qu'éprouve la résonance de la voix. — *Égophonie*. — *Bronchophonie*. — Des bruits de souffle. — Du tintement métallique. — Le bruit d'expansion d'un poumon peut être transmis au côté opposé de la poitrine au moyen du liquide d'un épanchement. — Des bruits de frottement produits par la présence de fausses membranes ou de points emphysémateux superficiellement placés. — Dans le cas d'épanchement, il est bon de faire coucher le malade dans divers sens, pour reconnaître l'état du poumon correspondant. — De la succussion du tronc.

Auscultation appliquée à la grossesse. — La position de l'enfant n'est pas indifférente. — Souffle placentaire.

Auscultation du cœur. — Les battemens du cœur peuvent s'entendre, dans l'état de santé, dans tous les points du thorax, à droite comme à gauche. — Les sons entendus à l'aide du stéthoscope pendant les mouvemens du cœur, sont produits, le premier, par la dilatation des oreillettes; le second, par celle des ventricules. — Bruit de soufflet et de râpe. — Causes qui le produisent. — On l'entend aussi dans les artères.

Auscultation dans les fractures.

De la percussion. Manières de l'exécuter. — *Pleximètre.* — Importance de la percussion du thorax chez les enfans. — Précautions à prendre pour reconnaître les progrès d'un épanchement thoracique ou abdominal non circonscrit. — Sonoréité habituellement moindre du poumon correspondant chez les personnes qui ont un côté du thorax beaucoup plus étroit que l'autre, etc., etc.

OPTIQUE.

Étude des propriétés de la lumière. — La lumière nous impressionne par un contact immédiat. — Elle agit par transmission ou par vibration. — Le système des ondulations est plus généralement admis. — *Rayon*, *pinceau*, *faisceau* de lumière. — Ondes lumineuses. — Les couleurs sont dues à la différence de longueur des ondes. — La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène. — Son intensité est en raison inverse du carré de la distance. — Sa vitesse est égale à près de 80,000 lieues par seconde. — La lumière peut être déviée, décomposée ou polarisée.

Déviation de la lumière. Catoptrique. Lois de la réflexion de la lumière ; 1°. le plan d'incidence coïncide avec le plan de réflexion. 2°. L'angle d'incidence et celui de réflexion sont égaux. — L'intensité de la lumière réfléchie croît avec l'angle d'incidence. — Elle n'est jamais nulle et dépend des milieux qu'elle traverse ou qu'elle rencontre. — Goniomètre de *Wollaston*. — Réflexion sur les miroirs courbes. — Miroirs sphériques concaves. — Discussion de la formule $\frac{1}{m} = \frac{2}{R} - \frac{1}{B}$ — *foyer principal* du miroir. — Miroirs convexes. — Images et foyer *virtuels*.

Dioptrique. Lois de la réfraction : 1°. le plan de réfraction coïncide avec le plan d'incidence. 2°. Le rapport des sinus d'incidence et de réfraction est constant pour les mêmes milieux, $\frac{\sin i}{\sin R} = n$. — Indice de réfraction. — 3°. Quand le rayon rebrousse chemin, le rapport de réfraction est constant, mais inverse. — Quand la lumière tombe perpendiculairement sur le second milieu, il n'y a pas de réfraction. — L'angle *limite* est celui au-delà duquel s'opère la réflexion totale. — Prisme — Sommet. — Base. — Angle réfringent ou angle formé par les deux faces du prisme. — Le prisme dévie les images perpendiculairement à ses arêtes, en le dirigeant vers sa base. — La direction d'un rayon émergent est liée à l'indice de réfraction de l'air par rapport à la matière du prisme, à l'angle ré-

fringent du prisme et à celui d'incidence sur la première face. — Un prisme dont l'angle réfringent est double de l'angle limite ne laisse passer aucune lumière. — L'angle de *déviation* est l'angle que font entr'eux le rayon direct et le rayon réfracté. — L'angle de déviation *minimum* a lieu quand les angles d'incidence et d'émergence sont égaux entr'eux, ou, ce qui revient au même, quand l'angle de réfraction est égal à la moitié de l'angle réfringent. — Détermination des indices de réfraction pour les solides et les liquides transparens. — Procédé de *Wollaston*, déduit du phénomène de la réflexion totale. — Procédé de *Brewster*. — Troisième procédé fondé sur la détermination de la déviation minimum et sur celle de l'angle réfringent du prisme solide ou liquide que l'on examine. — En passant d'un premier milieu dans un second, la lumière fait des angles, tels que le rapport de leurs sinus est constant et égal au rapport des indices de ces milieux relativement au vide. — Il en résulte que la lumière a toujours la même vitesse, dans un même milieu, quelles que soient les réfractions qu'elle ait éprouvées dans sa route. — Ainsi c'est toujours avec la même vitesse que la lumière traverve les humeurs de l'œil, qu'elle sorte de l'air, de l'eau, ou de toute autre substance. — La *puissance réfractive* d'une substance est le carré de son indice de réfraction diminué de l'unité. — Le *pouvoir réfringent* est le rapport de la puissance réfractive à la densité.

Indice de réfraction. — Pour les gaz. — Procédé de M. *Dulong*. — Puissance réfractive proportionnée à la densité.

Lentilles. — Lentilles convergentes. — Lentilles divergentes. — Le *centre optique* est un point particulier situé sur l'axe et dans l'épaisseur de la lentille; tous les rayons qui y passent sortent parallèlement à la direction qu'ils avaient en entrant. — Foyer. — Distance focale principale. — L'image et l'objet sont vus du centre optique sous le même angle. — Formules qui expriment la théorie des lentilles. — Les lentilles ne sont que des prismes accolés par leur base ou par leur sommet. — Dans les lentilles divergentes, les formules ne fournissent que des foyers virtuels.

Réfraction atmosphérique. Les rayons lumineux se dévient en arrivant aux limites de l'atmosphère, et décrivent une courbe à raison de l'accroissement insensible de la densité des couches de l'air. — Il en résulte qu'allant chercher la lumière au bout de la tangente, nous voyons les astres beaucoup plus haut qu'ils ne le sont. — Le phénomène est nul quand la lumière vient du zénith. — Il est à son maximum à l'horizon. — Corrections astronomiques nécessaires. — Les astres sont déformés par la même raison. — A 25 lieues de distance, à la surface de la terre, les objets sont relevés de 5′.

Le crépuscule est dû à l'inflexion des rayons lumineux dans les couches les plus denses de l'atmosphère avant qu'ils ne passent de l'autre côté. — La durée du crépuscule le rend propre à la détermination de la hauteur de l'atmosphère.

Le mirage résulte des modifications que la chaleur du soleil apporte dans la densité des couches de l'air à la surface de la terre.

Décomposition de la lumière. Non-seulement l'image du soleil que l'on force à passer à travers un prisme est déviée et déformée perpendiculairement aux arêtes du prisme, mais encore elle offre des couleurs insolites. — L'ensemble de ces couleurs constitue le *spectre solaire*. — Ces couleurs sont au nombre de sept. — Vers leurs limites, elles se confondent et forment des nuances intermédiaires. — Ces couleurs, dirigées isolément à travers un nouveau prisme, se dévient davantage, mais ne changent pas de nuance. — Ces faits prouvent que la lumière blanche résulte du concours de rayons dont la réfrangibilité va toujours en croissant, depuis le *rouge*, qui est tourné vers le sommet du prisme, jusqu'au *violet*, qui regarde la base. — Comme conséquence de cette inégale réfrangibilité, chaque rayon coloré doit se réunir à un foyer différent quand la lumière blanche passe à travers une lentille. — Si l'on force le spectre à traverser un second prisme en tout semblable au premier, mais placé en sens inverse, les couleurs disparaîtront, ainsi que la déformation ; la lumière blanche sera régénérée. — Les corps ne sont colorés qne parce qu'ils réfléchissent une partie des rayons lumineux et absorbent les autres ; éclairés avec la lumière simple, ils offrent la même nuance ou paraissent noirs. — Moyen pratique, indiqué par *Newton*, pour la composition des couleurs. — Dans le système des ondulations, chaque rayon coloré a une longueur d'ondulation déterminée. — L'indice de réfraction n'est pas le même pour chaque nuance du spectre. — Le prisme peut servir à isoler les unes des autres les couleurs simples dont le mélange constitue les nuances que présentent les corps. — Les corps blancs d'une certaine étendue ne semblent colorés que vers les lignes qui les terminent : ce phénomène est dû à ce que les rayons provenant des parties moyennes ont pu se réunir entr'eux par leur superposition respective. — Des raies du spectre.

L'*arc-en-ciel* est dû à la décomposition de la lumière par les gouttes d'eau suspendues dans l'air. — Toutes les couleurs qu'il présente sont des surfaces coniques plus ou moins ouvertes, dont l'axe commun est une ligne passant par le centre du soleil et l'œil de l'observateur. — Parmi les rayons, il n'y a d'efficaces que ceux qui éprouvent la déviation *maximum*. — L'angle de déviation maximum n'est pas la même pour chaque nuance. — L'arc-en-ciel est large comme le soleil, parce qu'il est vu sous le même angle. — Il ne présente que trois nuances,

le rouge, le violet et le vert : celle-ci est la résultante des nuances intermédiaires. — On voit quelquefois un second arc-en-ciel : il est dû à la lumière, qui a éprouvé deux réflexions successives. — Il *embrasse* le premier, et offre une disposition de couleurs inverse.

DISPERSION. Les couleurs du spectre n'occupent pas des espaces égaux. — Deux spectres d'égale hauteur peuvent offrir de grandes différences à cet égard. — La force de *dispersion* ou d'écartement varie dans les divers corps, sous le même angle et la même obliquité. — *Newton* croyait qu'elle était proportionnelle à la puissance de réfraction. — S'il en était ainsi, l'*achromatisme* serait impossible. — La dispersion est liée à la grandeur des indices de réfraction correspondant à chaque couleur. — On nomme *rapport de dispersion* le quotient de la dispersion totale ou partielle d'une substance par la dispersion correspondante d'une autre substance. — Le *pouvoir digestif* est le rapport de la dispersion à l'*indice moyen* de réfraction diminué de l'unité, cet indice moyen étant celui qui appartient à la lumière moyenne du spectre. —*Achromatisme.*— Il est fondé sur la différence des pouvoirs dispersifs dans les divers corps. — Il est impossible d'arriver à un achromatisme parfait pour tous les cas et toutes les obliquités.

VISION. Structure de l'œil. — Dimensions des pièces qui le composent. — Indices de réfraction des humeurs. — On voit distinctement à diverses distances. — Hypothèses à ce sujet. — Le déplacement du cristallin ou les changemens de courbure de la cornée devraient être considérables si le phénomène résidait dans cette cause. — La disposition anatomique du cristallin en rend raison, en y joignant les mouvement de la pupille, qui se contracte quand on regarde les corps rapprochés, et *vice versâ.* — Renversement des images au fond de l'œil. — Vision simple avec deux yeux. — Les deux yeux ont souvent une force inégale, sans que pour cela il y ait strabisme. — L'œil n'est pas achromatique. — *A priori*, on doit l'admettre à la seule inspection de l'œil.—L'achromatisme entre prismes n'a lieu qu'autant que les sommets sont opposés aux bases; une disposition semblable est nécessaire pour les lentilles, qui ne sont que des prismes disposés autour d'un centre commun, auquel correspondent les bases ou les sommets, suivant que la lentille est convergente ou divergente. — Or, dans l'œil, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée forment un ensemble de lentilles convergentes, d'inégale densité, il est vrai, mais qui, étant tournées dans le même sens, doivent, loin de se compenser, avoir une action conspirante sous le rapport de la dispersion des rayons lumineux. L'expérience suivante démontre ce fait : on enlève la cornée sur un œil de bœuf, au moment où l'animal vient d'être abattu, et l'on détache l'iris à sa circonférence; pressant alors le globe, on fait saillir légèrement le cristallin, et l'on pose l'œil sur un verre de montre

dont le degré de courbure est un peu plus petit que celui de la cornée, et qué l'on a eu le soin de remplir d'eau distillée; par ce moyen, il ne reste pas d'air entre le cristallin et l'eau destinée à remplacer l'humeur aqueuse : on ouvre ensuite avec précaution la sclérotique en arrière, et, quand le corps vitré est à découvert, on dispose l'appareil de manière à faire passer à travers l'œil la lumière d'une bougie; on reçoit l'image sur un verre dépoli, et l'on voit que le cercle que forme cette image, quand on est en-deçà ou au-delà du foyer, est environnée d'une auréole colorée diversement suivant la position. — La même expérience, faite avec une lentille, donne lieu, comme l'on sait, aux mêmes résultats. Si maintenant on place au devant de la lentille un diaphragme percé d'un trou plus ou moins étroit, les couleurs de la circonférence de l'image ne peuvent plus arriver au tableau. Le même artifice fait aussi disparaître les zones colorées qui environnent l'image donnée par l'œil préparé comme nous l'avons dit plus haut. — L'iris a donc, entre autres usages, celui d'empêcher ces colorations d'être sensibles pendant la vie. — Il sert aussi à limiter la quantité de rayons qui doivent arriver sur la rétine; dans un cas d'absence congéniale de l'iris, la vision s'opérait très-bien, dans une obscurité presque complète. — Dans un cas de blessure de l'œil, l'iris fut déchiré, après la guérison, la lumière arrivait à la fois par la pupille naturelle et par la pupille *artificielle* : l'individu voyait les objets doubles de ce côté. — Il est des personnes dont le cristallin est tellement conformé, qu'elles ont toujours la vue trouble, quelques lentilles qu'elles emploient; chez d'autres, les objets sont vus multiples. — Chez d'autres ils sont déformés. — Dans ces deux derniers cas, l'emploi de verres convergens ou la vision à travers un petit trou, corrige plus ou moins complètement ces aberrations. — Il est présumable, d'après cela, que chez ces personnes, le cristallin est composé de masses distinctes, de densité et de réfrangibilité différentes. — Dans la cataracte, la maladie se propageant de la circonférence au centre, la vision est moins imparfaite dans un lieu faiblement éclairé, ou quand on se sert de lunettes colorées en bleu; cela tient à ce qu'alors l'ouverture pupillaire s'aggrandit assez pour permettre aux rayons de passer vers la circonférence du cristallin qui, dans ce point, a conservé sa transparence. — Après l'opération, les malades, même en se servant de verres convergens, ne voient plus à toute distance, ce qui résulte de ce qui a été dit plus haut sur la structure du cristallin.

Le plus ou le moins de convexité, de la cornée ou du cristallin déterminent la *myopie* ou la *presbytie*. — Les myopes ont la pupille dilatée, et le contraire a lieu pour les presbytes. — Cela tient à ce que chez les premiers, les parties centrales du cristallin, dont la distance focale principale est plus petite, sont plus désavantageuses à la vision, et que chez les autres, ce sont les bords qui présentent cette disposition. — Il n'est pas rare de voir des individus myopes d'un œil et pres-

bytes de l'autre.— Un vieillard qui était presbyte des deux yeux, fut atteint d'ophtalmie droite très-intense : la maladie dura un mois, et après la guérison l'œil droit était devenu myope. — Il se forme souvent des taches opaques sur la cornée, qui interceptent plus ou moins complètement le passage des rayons lumineux. — Si l'altération porte sur le centre, on fait une *pupille artificielle.* — Toute fois, les malades peuvent voir distinctement à l'aide des rayons qui arrivent latéralement à l'œil. — Dans la maladie connue sous le nom de *cornée conique*, la portée de la vue va toujours en diminuant à mesure que le mal fait des progrès, et bien que la cornée conserve sa transparence, la vue peut se perdre complètement : elle fut rendue dans un cas où les deux yeux offraient la même altération, au moyen de l'ablation du cristallin. — Chez les insectes, la cornée est taillée à facettes, ce qui lui donne l'aspect d'un morceau de dentelle.—La réverbération de la neige affecte assez péniblement la vue, pour que, dans quelques pays, afin de s'en soustraire, les naturels se couvrent la tête d'un tissu fait exprès qui a quelque ressemblance avec un crêpe noir, ou de bonnets fourrés à longs poils qui leur retombent sur les yeux. — Usages des sourcils. — Dans d'autres contrées, on se noircit le pourtour et même l'intérieur des yeux, dans le but de modifier les effets produits par la réverbérationdu soleil. — Usages du *pigmentum* de la choroïde. — Albinos. — Nictalopie. — Héméralopie. — Tapis chez les animaux. — Rétine plissée des oiseaux, etc.

Instrumens d'optique. — Bésicles. — Optomètre. — Loupes. — microscope composé. Lunette de spectacle. — Chambre claire, etc.

Principe des interférences. — Deux rayons lumineux homogènes, émanés d'une même source, se rencontrant sous un angle très-aigu, se détruisent toutes les fois que les chemins qu'ils ont parcourus diffèrent d'un nombre *impair* de demi-valeurs de *d*, ils s'ajoutent, si des différences se trouvent exprimées en nombre *pair*.— *D* répond à la longueur des ondes lumineuses.

Les phénomènes de la *diffraction*, des *lames minces*, des *anneaux colorés*, découlent naturellement du principe des interférences. — Ériomètre du docteur *Young*.

Double réfraction. On désigne sous ce nom la propriété dont jouissent certaines substances, de diviser un faisceau lumineux qui les traverse en deux autres plus ou moins inclinés entr'eux. — Il est des cristaux qui ne présentent qu'une direction d'*indivisibilité* du rayon, d'autres qui en offrent deux ; les premiers sont dits, *cristaux à un axe* ; les seconds, *cristaux à deux axes.* — Dans les cristaux à un axe, la direction d'indivisibilité appelée aussi *axe optique*, coïncide

avec l'*axe cristallographique.* — Des deux rayons en lesquels se divise le faisceau incident, l'un suit les lois générales de la réfraction, et est nommé rayon *ordinaire*; l'autre y fait exception, et est désigné sous le nom de rayon *extraordinaire.* — *Section principale.* — *Section perpendiculaire à l'axe.* — Cristaux *négatifs* ou *positifs.* — Dans les cristaux à deux axes, aucun des deux rayons n'obéit aux lois ordinaires de la réfraction. — *Ligne moyenne.* — *Coupe perpendiculaire a la ligne moyenne.* — *Coupe perpendiculaire à la ligne supplémentaire.*

Dans les cristaux à un axe, le rayon ordinaire a toujours la même vitesse. — Le rayon extraordinaire a une infinité de vitesses comprises entre deux limites ; le *maximum* est dans le sens de l'axe pour les cristaux positifs, et le *minimum* dans la section perpendiculaire à l'axe; le contraire à lieu dans les cristaux négatifs. — Dans les cristaux à deux axes, chacun des deux rayons est animé d'une vitesse qui change avec les directions.

Polarisation. Un faisceau de lumière étant réfléchi sur un miroir de verre noirci sous un angle de 35° 25′, jouit de plusieurs propriétés spéciales. — Il n'éprouve aucune réflexion sur un deuxième miroir placé sous le même angle, mais de manière à ce que les directions de leurs axes soient perpendiculaires. — Il ne traverse pas une plaque de tourmaline dont l'axe serait parallèle au plan de réflexion. — Il ne se divise pas en passant à travers un corps doué de la double réfraction, lorsque la section principale du cristal est perpendiculaire ou parallèle au plan de réflexion. — *Plan de polarisation.* — La lumière se polarise aussi par réfraction, quand elle pénètre des glaces parallèles entre elles, sous un angle de 35° 25'. — La quantité de lumière polarisée par réflexion, et celle polarisée par refraction sont égales. — Les rayons dûs à la double réfraction sont polarisés l'un et l'autre. — L'angle sous lequel s'opère la polarisation complète, est celui pour lequel le rayon réfléchi est perpendiculaire au rayon réfracté. — Un faisceau de lumière naturelle est composé de deux faisceaux d'égale intensité polarisés à angle droit. — Les rayons polarisés sont sans influence réciproque, quand leurs plans de polarisation sont perpendiculaires. — Les couleurs que prend la lumière polarisée, quand elle traverse des lames cristallisées doublement réfringentes, du verre trempé, etc., sont dues à la discordance des ondulations lumineuses, les rayons ordinaire et extraordinaire n'étant pas animés de la même vitesse.

CALORIQUE.

Le calorique est la cause qui produit en nous la sensation de chaleur. — Il résulte des vibrations excitées dans l'éther par les atômes des corps. — *Thermomètres.* — Ils n'indiquent que des rapports.

Calorique rayonnant. Les rayons de calorique ont une vitesse égale à celle de la lumière. — Le calorique peut être dévié par réflexion et par réfraction. — Influence du poli, de la nature et de la couleur des surfaces sur la puissance *réfléchissante*. — Pouvoirs *absorbant* et *émissif*. — Le calorique réfléchi pénètre à une certaine profondeur de la surface ; émis, il en vient également. — L'intensité du calorique décroît avec l'obliquité des surfaces qu'il frappe. — L'énergie du calorique est inverse du carré de la distance. — *Équilibre mobile* de température dans un espace limité. — Écrans transparens pour la réfraction du calorique.

Applications. Construction et entretien des poêles et de leurs tuyaux. — Échauffement des liquides. — Fabrication de la glace au Bengale. — Explication des phénomènes de la rosée et de la gelée blanche. — Utilité de la neige à la surface de la terre, pour la conservation des graines pendant l'hiver. — Précautions à prendre dans les observations hygrométriques et thermométriques faites en plein air, etc.

Remarques sur la coloration des fourrures et du plumage des animaux qui vivent dans le Nord. — Application aux vêtemens de l'homme. — La couleur blanche convient aussi sous ce rapport aux contrées méridionales.

La lumière a plus de rapports que le calorique avec la couleur de la peau du nègre ; car, d'une part, les Samoïèdes, les Groenlandais sont bruns, ont les yeux et les cheveux noirs ; d'autre part, nos verriers, nos boulangers, etc., ne sont pas plus colorés que les autres hommes.

Le refroidissement par rayonnement n'aurait-il pas quelque relation avec la fréquence de certaines maladies suraiguës du tube digestif dans quelques pays, comme les Indes, le Sénégal. — Dans ces contrées, le refroidissement dû à cette cause est tel, que de l'eau peut se déposer, même en plein jour sur les parties nues du corps.

Propagation du calorique a travers les corps. — L'état physique des corps dépend de la proportion de calorique combiné. — Les *solides* s'échauffent de proche en proche, par rayonnement intérieur. — Les distances au point échauffé étant en progression arithmétique, les indications fournies par le thermomètre décroissent en progression géométrique. — La distance à laquelle se propage le calorique est en raison inverse de la racine carrée du diamètre du corps. — Compensation due au rayonnement. — Inégale conductibilité.

Applications. Construction des fourneaux, glacières, etc. — Précautions prises par la nature pour protéger les végétaux et les animaux contre la rigueur du

froid. — Hygiène des vêtemens. — Influence de la graisse sur le refroidissement. — Les peuples du Nord se frottent de graisse les parties du corps exposées à l'air, et, par ce moyen, résistent mieux au froid. — Conductibilité des divers tissus animaux. — Sensation de froid que fait éprouver le contact d'un corps privé de vie.

Formules de dilatation des solides.— Thermomètres de Bréguet, de Borda. — Pendules à compensation. — Construction des toitures métalliques.

La liquéfaction des solides a lieu à des degrés variables pour chacun d'eux. — La température reste stationnaire pendant le changement d'état.

Les *liquides* s'échauffent par courans.— Ils conduisent mal le calorique. — Formules de dilatation. — Le maximum de densité de l'eau est à $+ 4^{\circ} 1$. — Formation des puits de glace. — Constance de la température du fond des grandes masses d'eau, etc.

Le rétrécissement des capillaires cutanés par suite de l'action du froid y ralentit la circulation, et favorise les épanchemens séreux (*anasarque pendant la convalescence de la scarlatine, œdème des nouveau-nés, hydropisie consécutive à l'exposition au froid.*) C'est à ces phénomènes que se rattachent les expériences d'*Hastings* sur l'inflammation, et celles de MM. *Girard* et *Lehot*, sur l'influence de la température sur l'écoulement des liquides dans les tubes capillaires. — On peut établir en principe, d'après les résultats fournis par ces expériences, et d'après l'observation des faits, que les modifications les plus variées, depuis une simple congestion momentanée jusqu'à la plus violente inflammation, sont produites par l'application du froid; et surtout il ne faut pas perdre de vue la réaction vitale, qui est d'autant plus active que l'influence extérieure a été moins prolongée. — (*Symptômes de choléra-morbus à la suite de l'emploi de glaces*, Paris, 1825. — *Engelures. — Gangrène par le froid. — Sensation de chaleur qui résulte du contact passager de la neige*, etc.) Dans l'état de maladie, dans les phlegmasies, les vaisseaux étant distendus par les humeurs, on comprend que l'application du froid aura des résultats tout opposés; mais il faut qu'elle soit long-temps continuée, sans quoi la congestion serait augmentée (*emploi de la glace dans les méningites*, etc.) — Les effets des bains chauds ou froids, les bains de neige employés au sortir d'une étuve, etc., rentrent dans cette partie de l'étude du calorique. — Il est un phénomène qui mérite d'être mentionné ici d'une manière particulière; je veux parler de la gangrène qui attaque les organes long-temps exposés au froid au moment où la température s'élève : les désordres sont d'autant plus intenses que le passage du froid au chaud est moins gradué. — On peut l'expliquer en disant que les vaisseaux déjà gorgés par suite de l'action du froid, venant à se dilater rapidement, admettent promptement de nouveaux globules,

en grande proportion, avant que les premiers n'aient eu le temps de s'écouler, et augmentent ainsi la congestion ; quand la dilatation n'a lieu que peu à peu, le dégorgement s'opère aussi successivement ; de là le précepte de frictionner les membres gelés, d'abord avec de la neige, puis avec de l'eau de moins en moins froide. — En général tous les effets du calorique sur la circulation dans les capillaires se compliquent avec ceux de la contractilité vitale de ces organes ; mais il est facile de les isoler les uns des autres.

Les liquides convenablement échauffés passent à l'état de fluides élastiques. — La température reste stationnaire pendant le changement d'état.

Les *fluides élastiques* s'échauffent par courans. — Ils sont mauvais conducteurs. — Leur dilatation est de 0,00375 du volume à *o* pour chaque degré centigrade. — Formules pour les corrections de changement de volume par changement de température. — Thermomètre à air. — Comprimés les gaz dégagent de la chaleur. — Dilatés, ils en absorbent.

Doubles fenêtres, doubles vitraux. — Influence des meubles, rideaux, etc., pour modifier les courans d'air dans les appartemens. — *Fourneau d'appel.* — Assainissement des ateliers, des fosses d'aisance, des salles de dissection, des mines, etc.

Flamme. — Sa température est supérieure à la température rouge des corps solides. — Elle s'éteint en passant à travers les toiles métalliques.

Lampe de *Davy*. — Appareils de M. *Darcet* pour neutraliser dans les salles de spectacle, les effets de l'incendie. — Procédés de M. *Aldini*, pour rendre plus faciles et moins dangereux les travaux des pompiers. — Toiles métalliques dans les tuyaux de conduite de gaz très-inflammables.

Calorique spécifique. Les corps exigent des quantités différentes de calorique pour passer d'une température à une autre. — La quantité exigée par chaque corps se nomme son *calorique spécifique*. — La propriété est appelée *capacité pour le calorique*. — Moyens employés à la détermination du calorique spécifique, 1°. *par fusion de la glace.* — A poids égaux, les capacités sont proportionnelles aux quantités de glace fondue. — Calorimètre de *Lavoisier*. — 2°. *Méthode des mélanges.* — A masses égales, les capacités sont en raison inverse des variations de température. — Corrections de l'influence de la capacité du vase où se fait le mélange. — 3°. *Méthode du refroidissement.* — Les poids étant les mêmes, les capacités sont en raison inverse de la vitesse de refroidissement. — 4°. Méthode employée pour les gaz par MM. *Delaroche* et *Bérard*. — Elle consiste à faire passer uue quantité constante de divers gaz, à une température déterminée, à travers une masse d'eau également connue : les capacités sont entre elles comme les températures aux-

quelles l'eau a été élevée. — La masse de liquide doit être considérable par rapport à celle du gaz. — Manière d'abréger l'expérience. *Calorimètre de Rumford.*

Les capacités croissent avec la température. — Les atômes des corps simples ont tous le même calorique spécifique. — Il est présumable que le calorique spécifiqne des atômes composés est dans un rapport simple avec celui des atômes élémentaires. — Les capacités des fluides élastiques simples sont les mêmes, à volumes égaux.

Dans un même gaz, la capacité n'est pas proportionnelle à la pression. — Elle diminue ou augmente avec le volume, mais sans lui être proportionnelle.—On en tire deux conséquences remarquables : 1°. que le vide n'a pas de calorique spécifique; 2°. que l'augmentation de capacité avec le volume est une des principales causes du froid qui règne sur les hautes montagnes.

La capacité des corps pour le calorique peut être employée à la détermination des très-hautes températures.

Calorique latent. La température des corps qui changent d'état restant stationnaire pendant que le changement s'opère, il y a absorption d'une quantité de calorique plus ou moins grande, qui devient insensible au thermomètre, et qu'on nomme, par cette raison, *calorique latent.* — La chaleur dégagée par le retour à l'état primitif est égale à celle qui avait été absorbée. — La glace à *o* exige pour fondre sans changer de température, une quantité de calorique égale à celle qui servirait à élever un même poids d'eau, de *o* à + 75°. — Ainsi le calorique latent de l'eau à o est de +75°. — En mêlant divers corps liquéfiés par la chaleur avec une masse d'eau déterminée, la température que prend le mélange, diminuée de la température du solide au moment de sa fusion, conduit à avoir, d'après ce qui a été dit, le calorique latent de ces corps.

En hiver l'eau reste à *o* tant qu'elle conserve son état liquide, quelque soit le degré de froid que présente l'air ambiant.

Au dégel, l'adoucissement de la température ne se fait pas sentir de suite, une grande partie de la chaleur étant absorbée par la glace dans son changement d'état.

L'eau en vapeur retient à l'état latent une quantité de calorique capable de porter de *o* au terme de l'ébullition un poids d'eau égal à cinq fois et demie le sien. — Chauffage à la vapeur, etc.

Lois du refroidissement. — Le refroidissement est dû au rayonnement et au contact de l'air. — Il faut isoler les effets. — *Vitesse du refroidissement.* — Les lois ne changent pas, quels que soient les liquides des thermomètres, la nature et la

forme des vases. — Refroidissement dans le vide. — Refroidissement dans l'air et les gaz. — Les différences observées entre les gaz tiennent sans doute à leur mobilité. — La position d'un corps influe sur son refroidissement. — Direction qu'il convient de donner aux tuyaux de chaleur.

SOURCES DE LA CHALEUR. Action du soleil. — Changemens de volume et d'état des corps. — Combinaisons. — Frottement. — Percussion. — Actions moléculaires.

APPENDICE A L'HISTOIRE DU CALORIQUE.

VAPEURS. Fluides élastiques non permanens. — Vapeur vésiculaire. — *Tension* ou *force élastique*. — Elle varie dans chaque liquide. — Elle croit avec la température, mais plus rapidement. — A une température et à une pression données, les molécules de vapeur sont à une distance déterminée. — Si l'espace change, la quantité absolue de vapeur change aussi, en supposant qu'il y ait excès du liquide qui la fournit, mais la tension reste la même. — Appareil à faisceau. — Tables de force élastique depuis — 20° jusqu'à + 182°. — La force élastique des vapeurs fournies par les divers liquides, à partir du point de leur ébullition, n'est pas la même pour des abaissemens égaux de température. — L'approximation est cependant suffisante pour être mise à profit, quand on n'a pas besoin d'un résultat rigoureux. — La tension est la même dans le vide et dans l'air. — Appareil de M. *Gay-Lussac*. — L'air mélangé de vapeur augmente de volume. — Discussion de la formule qui donne le volume du mélange. — Quand la pression atmosphérique et la tension de la vapeur cessent d'être en équilibre, par la prédominance de celle-ci, il y a *ébullition*. — Le degré auquel a lieu l'ébullition doit donc varier suivant les pressions. — Ébullition sur les hautes montagnes, dans le vide, dans la marmite de *Papin*. — Chauffée dans un espace fermé, l'eau prend une température quelconque, et la vapeur, dans l'espace resté vide, a une force élastique correspondante à cette température. — Différence des effets produits, suivant que l'ouverture par laquelle on laisse échapper la vapeur de l'appareil est large ou étroite.

Autoclaves. — Causes du danger attaché à leur emploi. — Influence de la hauteur du vase sur le terme de l'ébullition. — Température de la surface, comparée à celle du fond. — Influence de la nature du vase. — *Soubresauts*. — *Machines à feu*

ÉVAPORATION. Elle est indépendante de la pression. — Vitesse d'évaporation dans le vide et dans l'air. — Influence du vent. — La glace elle-même s'évapore.

— La quantité de vapeur fournie par un corps est indépendante de l'état de ce corps, pourvu que la température soit la même. — Froid produit par l'évaporation. — Expériences de *Leslie*. — Le décroissement rapide de la force élastique de la vapeur, à mesure que la température s'abaisse, détermine une diminution proportionnelle dans l'intensité de la cause productrice du froid. — Limites du refroidissement. — Toutes les autres circonstances restant les mêmes, le *maximum* du froid obtenu dans l'air est inférieur à celui que l'on peut avoir dans le vide. — La quantité de chaleur fournie par l'air est proportionnelle à sa densité; plus il est rare, moins elle est considérable. — Le *maximum* de froid obtenu dans l'air sec, à la température ordinaire ne dépasse guère 16 à 17 degrés. — Dans l'air saturé d'humidité, il n'y a plus d'évaporation.

Densité des vapeurs. Procédé de M. *Gay-Lussac*. — On ramène tous les résultats à une unité de poids, puis on les traduit à l'aide d'une simple proportion, de manière à avoir les volumes constans et les poids changeans. — On passe facilement de là aux densités. — Il faut dans les expériences que tout le liquide soit vaporisé. — Procédé de M. *Dumas* pour prendre la densité des vapeurs. — Le rapport des élémens d'un corps à son volume étant connu, on en déduit la densité de ce corps.

Hygrométrie. — Détermination de la quantité d'humidité contenue dans un gaz, à une température quelconque. — Formule pour obtenir le poids total de vapeur contenue dans un volume donné d'air.—Il est remarquable que le nombre de grammes d'eau contenus dans un mètre cube d'air, est sensiblement le même que celui qui exprime en millimètres la force élastique de la vapeur. — *L'état hygrométrique* est la quantité d'humidité que l'air peut renfermer, eu égard à la température que l'on examine. — ce n'est pas tant la quantité absolue d'eau qu'il importe le plus souvent de connaître, pour ce qui est relatif aux phénomènes dépendans de l'humidité, que le rapport de la proportion de vapeur actuellement contenue dans l'air, à celle qui s'y trouverait s'il était saturé. — Procédé de *Leroy*. — Hygromètre de *Daniels*. — Modifications que l'humidité et la sécheresse apportent dans les dimensions des corps. — *Hygromètre à cheveu*. — Préparation à faire subir au cheveu. — Le cheveu, dépouillé de sa matière grasse, s'allonge de 0,02 de sa longueur en passant de l'humidité extrême à la sécheresse extrême. — Hygromètre à deux, à quatre cheveux. — Cheveux rétrogrades. — Graduation de l'instrument — Hygromètre de *Deluc*. — L'hygromètre à cheveu et celui à baleine ne s'accordent qu'aux points extrêmes. — Emploi de tuyau de plumes, de boules d'ivoire, de vessie de rat, etc., dans la constructions des hygromètres. — Hygromètre à *corde à boyau*.

Les degrés de l'hygromètre ne sont pas proportionnels à la quantité d'eau contenue dans l'air. — L'expérience seule peut faire connaître la loi qu'ils suivent. — On place successivement l'hygromètre sous une cloche avec des liquides dont les vapeurs ont une tension connue, et l'on construit ainsi des tables dont l'usage est indispensable quand on tient à avoir des résultats rigoureux. — En général, on peut les employer à différentes températures.

L'hygromètre de *Saussure* va rarement au-dessous de 40 degrés à la surface de la terre. — Déliquescence. — *Hygromètre chimique.*

Applications. Alcarazas. — Moyens de raffraîchir l'air en le saturant d'humidité. — etc.

La transpiration cutanée a pour effet de maintenir la température du corps dans des limites déterminées. — La quantité absolue de vapeur qui s'échappe par cette voie, varie suivant les pays, suivant les saisons, etc. — Ce qui prouve que tel est l'effet de cette sécrétion, c'est, d'une part, la sensation pénible que l'on éprouve au sortir d'un bain, alors que le corps est encore humide, sensation qui disparaît après qu'on s'est essuyé ; et d'autre part, ce sont les résultats obtenus par *Fordice*, *Blagden*, etc. Ces expérimentateurs ont supporté des températures très-élevées, (+ 79°.) sans modification de leur propre chaleur, toutes les fois qu'ils séjournaient dans une étuve sèche ; leur peau était plus ou moins aride ; mais, dans une étuve humide, leur peau se couvrait promptement de sueur, leur température s'élevait, et il leur était impossible de rester long-temps soumis à cette influence, bien que la chaleur du milieu fût moindre que dans le premier cas. (+ 42^d., etc.)

Ce qui se passe à la surface du corps a lieu également dans le poumon ; la quantité de vapeur d'eau qui est soustraite dans la respiration s'élève par jour à une livre et demie environ ; on arrive à obtenir cette valeur en déterminant la quantité d'air qu'un homme inspire et expire en un jour, et calculant, à l'aide de la formule ordinaire, la proportion absolue de vapeur qui s'y trouve mêlée , d'après la tension qu'elle avait en entrant dans les poumons et en en sortant. — On voit d'après cela que le plus ou moins d'activité dans les mouvemens respiratoires, la température et l'état hygrométrique de l'air extérieur modifieront beaucoup la proportion absolue de vapeur soustraite ainsi dans un temps donné. — On conçoit aussi que les cris, la course contre le vent, etc., agissent en partie en favorisant le développement des causes de cette *transpiration* pulmonaire. — La conséquence la plus remarquable, c'est que, toutes choses égales d'ailleurs, la respiration, par le seul fait de la déperdition qu'elle entraîne, doit être une source de refroidissement et non de chaleur, et cela en proportion même de son

activité : on admet généralement que l'évaporation qui s'opère à la surface de la peau rafraîchit le corps ; pourquoi n'en serait-il pas de même pour l'évaporation qui a lieu dans le poumon. — L'augmentation ou la diminution brusque de la transpiration pulmonaire peut devenir une cause très-efficace de maladie. — Cette sécrétion ne peut pas être augmentée sans qu'il en résulte pour l'organe une exaltation de vitalité, et par suite un afflux sanguin, que l'on voit quelquefois dégénérer en congestion morbide ; chez d'autres individus, cettedégénérescence n'a lieu que dans les cas où la sécrétion est brusquement diminuée, et cela par un mécanisme facile à comprendre ; c'est dans ce dernier cas, dont on voit surtout des exemples lorsque survient le dégel à la suite de froids intenses long-temps prolongés, que se montrent certains catarrhes suffocans, des phlegmorrhagies pulmonaires, etc. — Le premier cas arrive plutôt avec la saison froide. — On peut, je crois, s'expliquer ainsi les effets, si divers en apparence, du froid sur les voies pulmonaires ; on sait que l'automne et le printemps sont également redoutables aux phthisiques ; on sait aussi que le dégel n'est pas moins à craindre pour eux, et ce fait est d'observation même parmi le peuple ; enfin personne n'ignore ce proverbe *la gelée altère*, qui exprime si bien l'influence du froid sur les voies respiratoires.

Le séjour long-temps continué auprès d'un poële amènera des résultats semblables : j'ai souvent éprouvé, dans ce cas, un sentiment pénible de gêne au niveau du sternum, après être resté quelque temps exposé à ce mode d'influence ; une simple fumigation aqueuse faisait disparaître ce léger accident.

Quant à la cause en vertu de laquelle tel individu souffre de l'exaltation vitale du poumon, au moment où elle commence à se développer plutôt qu'à l'époque où la suppression de la transpiration la rend plus énergique, et *vice versâ*, elle dépend des idiosyncrasies et appartient entièrement à la physiologie pathologique.

On comprend aisément, d'après tout ce que je viens de dire combien est vague le conseil si fréquemment adressé aux phthisiques de se rendre dans le Midi ; il faut préciser le lieu, et ; pour cela, il faut connaitre son élévation, son exposition, la nature du terrain qui l'environne, etc., car, ainsi que nous allons le voir, toutes ces conditions rendent plus ou moins variable son état hygrométrique. — Ce n'est pas tout encore ; il faudra avoir observé avec soin le mode d'influence qu'exerce le froid sur l'individu qui vous consulte : il est tel cas où je n'hésiterais pas à conseiller à un phthisique de remonter vers le Nord ; cela peut paraître paradoxal, mais cela résulte de l'observation des faits.

Quant aux indications thérapeutiques qui découlent de ce qui précède, elles sont faciles à deviner ; des fumigations aqueuses ou l'inspiration d'un air plus ou

moins sec, suivant les circonstances et les individus, favoriseront la résolution de la maladie et seront souvent rendues plus efficaces par une émission sanguine proportionnée aux forces du malade.

Tout ce que je viens de dire sur le poumon s'applique également aux organes qui se trouvent sur le passage de l'air, tels que les amygdales, le pharynx, le larynx, etc. — Je ne crois donc pas devoir m'y arrêter.

Remarquons seulement qu'il est certains produits morbides qui rendent plus manifestes encore les effets de l'humidité, à raison du volume considérable qu'ils acquièrent; je veux parler des polypes muqueux des fosses nasales, qui se gonflent dans les temps humides, au point d'intercepter le passage de l'air. — Température propre des animaux; elle paraît due à l'action nerveuse.

Phénomènes météorologiques qui se rattachent a l'histoire de la chaleur.

Les sources de la chaleur de la terre sont l'action du soleil et la température propre du globe. — Les observations ont conduit à admettre que la chaleur croît d'un degré pour 33 mètres, de la circonférence au centre de la terre. — *Puits artésiens.* — Eaux thermales.

Température moyenne d'un lieu. — Influence de l'inclinaison de la surface, de la durée de l'insolation, de la nature du sol, de son élévation, etc.

Manière d'observer la marche du thermomètre. — Il doit être placé à l'ombre, à deux mètres au-dessus du sol.

Le *climat* est l'ensemble des circonstances météorologiques qui ont lieu dans un pays et qui influent sur ses habitans et sa végétation. — La distribution de la chaleur a une grande importance sur le climat d'un pays.

Nature du sol. — Sec ou humide, continental ou insulaire.

Hauteur au-dessus du niveau de la mer. — En général, à mesure qu'on s'élève on a un abaissement de un degré par 200 mètres. — Causes du froid dans les régions élevées.

Pour se faire une idée des productions d'un pays, il faut avoir la température moyenne de chaque saison en particulier.

Variations extrêmes de température suivant les pays. — Ce sont ces variations qui rendent les climats plus ou moins sains. — Accroissement et décroissement régulier de la chaleur pendant l'année. — *Lignes isothermes.*

Température des mers.

Température des pôles. — Le froid y est porté quelquefois jusqu'à — 50^d. — Le capitaine Parry assure qu'un homme bien vêtu peut se promener à l'air libre

par — 46° centig. — Mais le vent le plus léger donne lieu à une douleur cuisante à la face et à une céphalalgie insupportable.

Variations barométriques.

La pression de l'air à la surface du corps de l'homme équivaut de 35 á 40,000 livres. — Elle diminue snr les hautes montagnes. — De là tendance aux hémorrhagies, etc.

La hauteur de la colonne au niveau de la mer, varie entre $0^{m}7,58$ et $0^{m}.762$. — Elle est plus élevée dans nos climats que sous l'équateur. — Causes de cette différence, — Variations accidentelles. — Variations diurnes. — Régularité des dernières. — Les variations diurnes sont plus grandes à l'èquateur.

Pluie. — Elle a constamment sa cause dans une diminution de température. — Mélange de deux couches d'air inégalement chaudes et saturées; après le mélange il y a une excès de vapeur qui se dépose. — *Saison des pluies.* — Pour un égal abaissement de température il pleut davantage sous l'équateur que sous la zône tempérée. — Conditions particulières qui favorisent la production de la pluie dans certaines localités. — *Imbromètre.* — Les *maxima* et *minima* de pluie n'ont pas lieu dans le même mois pour les différens pays. — L'abaissement du baromètre coïncide avec la chûte de la pluie. — L'eau de pluie se dissipe par l'évaporation, ou s'enfonçant dans la terre va former les fontaines et les sources.

Nuages. — Vapeur vésiculaire. — Suspension par capillarité. — Limite des nuages ordinairement entre 600 et 1,200 toises.

La neige est de la pluie congelée dans l'air. — Le même nuage fournit de la neige ou de la pluie. — La formation de la neige paraît liée constamment, dans nos climats, à un changement de temps. — Il y a souvent chute de neige en hiver par mélange d'airs inégalement froids. — Quelquefois on entend le tonnerre pendant que la neige tombe

Neige *rouge*. — Elle est due à une espèce de champignon. — Limite des neiges perpétuelles. — Glaciers.

Vents. — Les courans d'air qui constituent les vents sont dûs à des variations de chaleur. — *Brise* de mer. — *Brise* de terre. — Vents *alisés*.

MAGNÉTISME.

Aimant. — Il attire le fer. — Inégalité de cette attraction dans les différens points de l'aimant. — *Ligne moyenne. Pôles.* — Les pôles de même nom se repoussent, ceux de nom contraire s'attirent. — Le fer suspendu à un aimant en présente les diverses propriétés. — Le fluide ne passe pas de l'aimant dans le fer.

— Acier. — *Force coërcitive.* — Fer *doux.* — *Aiguille, barreau, faisceau aimanté.* — Substances magnétiques. — aimans artificiels.

Les aimans abandonnés à eux-mêmes et librement suspendus, prennent une direction déterminée par rapport à l'axe de la terre. — La terre est un aimant, qui a deux pôles et une ligne moyenne. — *Déclinaison.* — *Inclinaison.* — *Méridien magnétique.* — *Boussole.*

La déclinaison est susceptible de variations, 1°, en passant d'un lieu à un autre ; 2°. dans le même lieu. — Il en est de même de l'inclinaison. — Perturbations de l'aiguille aimentée.

Intensité magnétique de la terre. — Sous l'influence du magnétisme terrestre, celui du fer doux se décompose. — On peut l'y fixer, en le soumettant dans cette situation à diverses actions mécaniques ou chimiques. — Les aimans naturels n'ont peut-être pas une autre origine. — *Compensateur magnétique* de *Barlow.*

Mesure des forces magnétiques. — 1°. Méthode des oscillations. — 2°. Balance de torsion. — Les forces magnétiques qui sollicitent un aimant sont entre elles comme le carré du nombre des oscillations qu'il exécute dans un temps donné. — Les attractions et répulsions magnétiques sont en raison inverse du carré de la distance.

Procédés d'aimantation. — *Touche séparée.* — *Double touche.* — Saturation d'un aimant. — Aimantation par l'électricité, etc.

Magnétisme de rotation. — Directions de la force par rapport à la surface du disque. — Toutes les substances ne développent pas une égale énergie magnétique par la rotation. — Influence des solutions de continuité. — *Sidéroscope.*

ÉLECTRICITÉ.

Le frottement développe dans certaines substances la faculté d'attirer les corps légers. — Ces corps, après avoir été attirés, sont repoussés. — Les corps qui sont repoussés par le verre frotté, sont attirés par la résine, et réciproquement. — Electricité *vitrée* ou *positive*, et *résineuse* ou *négative.* — Les électricités de même nom se repoussent, celles du nom contraire s'attirent. — Il est des corps qui livrent difficilement passage à l'électricité (*substances non conductrices*, ou *substances isolantes.*) D'autres qui se laissent traverser par le fluide avec une grande facilité (corps *conducteurs.*)

État naturel. — Le frottement sépare les deux fluides : l'un se répand sur le corps frottant, l'autre sur le corps frotté. — Le sens du frottement, le poli de la

surface, la température, etc., déterminent l'espèce d'électricité que prend l'un ou l'autre des corps mis en présence.

Communication de l'électricité. — Elle a lieu au contact ou à distance. — Dans les deux cas, le fluide libre opère la séparation des fluides combinés dans le corps qui est à l'état naturel, repousse celui qui est de même nom que lui et attire l'autre. — Si le contact à lieu, les fluides qui se portent l'un vers l'autre s'unissent et laissent libre le fluide repoussé. — Si la distance qui les sépare est peu considérable, ils poussent l'air qui s'oppose à leur réunion et finissent par le traverser rapidement sous forme d'une lueur brillante. — C'est *l'étincelle électrique*. — Elle agit comme une haute température. — Si la distance ne permet pas aux fluides de vaincre la résistance de l'air, la séparation des électricités continue d'avoir lieu comme on l'a dit plus haut. — C'est ce qu'on nomme électricité développée *par influence*. — Choc en retour. — Électroscope. — Électrophore.

Si on touche un corps soumis à l'influence d'un autre corps chargé d'électricité, on permet l'écoulement dans le réservoir commun du fluide repoussé ; les fluides libres sur chaque corps en particulier se retiennent mutuellement et ne sont plus sensibles à l'extérieur ; c'est ce phénomène qu'on désigne sous le nom d'électricité *dissimulée*. — Tableau — Bouteille de Leyde. — Batteries. — Condensateur. — Joignant les deux corps par un conducteur, la combinaison des fluides s'opère et produit l'étincelle. — Effets des décharges électriques. — etc.

Lois de l'électricité. — On les vérifie par les oscillations ou par la balance de torsion.

Les attractions et répulsions ont lieu en raison inverse du carré de la distance.

L'électricité est répandue à la surface des corps et ne pénètre pas dans leur intérieur. — L'air retient l'électricité à la surface des corps. — Influence de sa densité. — Électricité dans le vide. — Pertes par l'air et par les supports. — Influence de l'humidité. — La plupart des expériences d'électricité ne peuvent pas réussir quand l'hygromètre à cheveu marque plus de 80°.

L'épaisseur de la couche croît en raison inverse du rayon de courbure. — Pouvoir des *pointes*. — Paratonnerre. — Machine électrique. — La charge est limitée par l'étendue des conducteurs, la qualité du plateau, la vitesse de rotation et la durée de l'expérience. — Machine à double effet.

Galvanisme. — *Force électromotrice*. — *Pile*. — La force de production de l'électricité est liée à la force électromotrice ; la force de propagation dépend de la conductibilité du corps interposé ; la force de tension, du nombre des élémens — Théorie de la pile. — La théorie Voltaïque et la théorie chimique ne peuvent pas isolément rendre raison de tous les phénomènes. Perte

par changement de conducteurs. — Persistance des effets dans les fils conducteurs extrêmes. — Piles sèches. — La chaleur et l'humidité favorisent leur action, le froid et la sécheresse la contrarient; c'est sans doute en rendant plus ou moins parfait le contact des rondelles entre elles. — *Diagomètre* de M. *Rousseau*.

Les phénomènes physiques de fusion, de volatilisation, etc., produits par la pile, sont en rapport avec la force de propagation. — Les effets chimico-mécaniques, combinaisons, décomposition, mouvemens gyratoires, etc., dépendent de la tension jointe à la propagation. — Les effets physiologiques, commotion, sécrétions, etc., semblent dûs aux mêmes conditions que les effets chimiques.

Électricité polaire. — Tourmaline, boracite, etc.

ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

L'électro-magnétisme ou électricité dynamique est l'ensemble des phénomènes qui se manifestent lorsque l'on met en présence des courans électriques avec d'autres courans ou avec des aimans librement suspendus. — *Courant.* — Comparaison de M. *Ampère* pour exprimer simplement la direction d'un courant. — Un courant tourne le pôle austral d'une aiguille vers sa gauche, de manière à ce que leurs directions soient en croix. — Multiplicateur. — La substitution d'une aiguille de fer doux aux aiguilles d'acier, le rend sensible aux courans instantanés. — La *force électro-magnétique* est inverse de la distance. — Conditions d'équilibre d'une aiguille aimantée soumise à l'action d'un courant indéfini. — Les courans agissent sur les corps magnétiques. — Aimantation par les courans. — Les effets sont presque nuls quand le courant se meut dans le sens de l'axe. — Ils sont très-marqués lorsque la direction du courant est perpendiculaire à l'axe. — Ils sont à leur maximum quand, en conservant cette direction, on agit à la fois sur chaque section de l'aiguille au moyen d'une *Hélice*. — Hélice *dextrorsùm*, *sinistrorsùm*, *mixte*. — Points conséquens dans ce dernier cas. — Un anneau étant aimanté, son magnétisme est latent; si on le brise, chaque fragment est aimanté. — Influence de la décharge, de la longueur du fil, de son diamètre, de l'épaisseur des aiguilles, de leur force coërcitive sur le sens et l'énergie de l'aimantation développées dans des aiguilles placées parallèlement les unes aux autres, et dans un plan oblique au-dessus d'un courant qui leur est perpendiculaire. — Aimantation à l'aide d'hélices, à travers des enveloppes. — Pour une certaine épaisseur, les effets sont augmentés. — Rotation des aimans par les courans.

Quand les courans sont mobiles et les aimans fixes, ce sont eux qui se dirigent. — Cette direction a lieu aussi par l'influence de la terre. — Mouvemens

de rotation continue ; la présence d'un aimant l'accélère ou le ralentit, suivant que son action est conspirante ou non avec celle de la terre.

Les courans se dirigent sous l'influence d'autres courans. — Deux courans parallèles allant dans le même sens s'attirent. — Deux courans parallèles qui ne vont pas dans le même sens se repoussent. — Deux courans non parallèles s'attirent quand tous les deux marchent dans la même direction par rapport à l'angle que font entre elles leurs projections horizontales ; ils se repoussent dans le cas contraire. — La répulsion est égale à l'attraction, dans un courant, qu'il soit rectiligne ou curviligne. — Tous les phénomènes produits par les aimans peuvent être offerts par un courant replié en hélice, qu'on nomme *solénoïde*. — On peut supposer que les propriétés des aimans ne sont dues qu'à des courans électriques qui ont lieu autour de leurs molécules dans un plan déterminé, mais variable ; que l'aimantation fixe la direction de ces courans d'une manière permanente ; que la terre offre un courant de ce genre, de l'est à l'ouest, perpendiculairement à l'aiguille d'inclinaison, etc. — Le défaut d'homogénéité de la terre est un des argumens que l'on fait valoir à l'appui de cette opinion.

Sources de l'électricité. Frottemens, combinaisons. — Chaleur. — Phénomènes thermoélectriques. — Le refroidissement de l'air le rend négatif, et son échauffement lui fait prendre l'électricité vitrée. — Combustion. — Végétation. — L'électricité habituellement répandue dans l'air suffit pour rendre les nuages orageux ; elle se rassemble à leur surface dès que, par leur formation, l'air est devenu conducteur ; la tension qu'elle y possède est considérable, et donne lieu á ces longues étincelles qui s'élancent d'un nuage à l'autre ou à la surface de la terre. — Le roulement du tonnerre est dû aux vibrations excitées dans l'air, qui est refoulé avec plus ou moins d'intensité. — Les effets produits par la foudre sont analogues à ceux que l'on produit à l'aide des instrumens : la différence réside principalement dans l'intensité des résultats. — Tubes fulminaires.

Grêle. — Le phénomène de la grêle est encore environné d'obscurité. — La théorie de Volta, qui l'attribue à l'influence électrique, ne répond pas à toutes les objections.

Aurores boréales. — Elles sont dues à un courant électrique. — La raréfaction de l'air dans les régions où se passe le phénomène rend raison de la différence qu'elles présentent avec l'éclair. — D'ailleurs, ce qui fortifie cette opinion, c'est que les aurores boréales agissent sur l'aiguille aimantée à la manière des courans électriques.

L'électricité a été appliquée au traitement de plusieurs affections nerveuses ; il paraît bien démontré que cet agent est un excitant des nerfs et de leurs centres,

et que c'est comme tel qu'il a produit des résultats dans certains cas bien constatés.

Les commotions déterminées soit par la pile, soit par les appareils à électricité dissimulée, se font sentir dans une étendue variable suivant la force des appareils et la susceptibilité des individu. On a cru long-temps que le fluide se propageait dans les nerfs en y pénétrant aussi aisément dans le sens de leurs divisions que dans le sens opposé; mais M. *Marianini* a montré que la circulation du fluide électrique n'avait pas lieu avec une égale facilité dans les deux directions. — Un hémiplégique fut soumis à l'action d'une pile de 80 paires : quand le courant était dirigé de la main à l'épaule, il n'y avait que de faibles contractions; si, au contraire, le courant allait de l'épaule à la main, de violentes contractions se faisaient sentir. — On peut même neutraliser l'un par l'autre les courans qui suivent les ramifications nerveuses chez deux grenouilles : on les prépare à la manière de *Galvani*, puis on les met en présence en les opposant l'une à l'autre, c'est à dire de manière à ce que les nerfs cruraux de la première répondent aux pattes de la seconde, et *vice versâ*; bien que les grenouilles aient une excitabilité très-différente, l'une d'elles ayant été préparée long-temps avant l'autre, il y a neutralisation, elles restent immobiles; replacez-les dans le même sens, et la grenouille récemment préparée sera agitée de mouvemens convulsifs.

Faut-il admettre, avec l'auteur précité, que ces phénomènes sont dûs à deux ordres de contraction provenant d'une double action de l'électricité sur les nerfs qui président aux mouvemens des muscles, et sur les muscles eux-mêmes; l'intensité dépendrait de ce que dans un cas les actions s'ajouteraient, et dans l'autre une seule se manifesterait.

Le courant qui se propagerait dans le sens direct, c'est à dire des branches vers les rameaux produirait des contractions, et des sensations résulteraient du courant circulant en sens inverse.

Quoi qu'il en soit, beaucoup d'autres expériences confirment ce que nous avons avancé sur le mode d'action de l'électricité sur le système nerveux : *Wilson Philip* a rétabli par ce moyen la digestion après la section de la 8ᵉ. paire. — On a pu reproduire tous les mouvemens de la face, des membres et du tronc, chez des suppliciés, en établissant des communications convenables.

Mais il existe, relativement au sujet qui nous occupe, quelques erreurs accréditées qu'il importe de réfuter.

Ainsi il est inexact de supposer, comme on le fait, que le névrilème isole la matière nerveuse, à la manière de la soie enroulée autour du fil du galvanomètre; il est prouvé aujourd'hui qu'un courant engagé dans un nerf traverse

le névrilème pour s'échapper par les muscles, quand ceux-ci lui offrent un chemin plus court.

D'un autre côté, les nerfs ne conduisent pas mieux que les muscles et ils sont moins bons conducteurs que les métaux.

Si les nerfs sont parcourus par des courans électriques, est-ce à cette cause qu'il faut attribuer la contraction musculaire? Cette explication, tout ingénieuse qu'elle est, ne peut pas être admise; car l'effet connu du passage d'un courant à travers les nerfs est de produire une contraction, mais celle-ci cesse aussitôt que le courant est établi.

C'est même ce fait qui a suggéré à M. *Nobili* l'idée de produire une sorte de tétanos artificiel dans les cas de paralysie, en répétant assez souvent les contacts pour que la contraction qui résulte d'un contact donné n'ait pas eu le temps de s'évanouir au moment où l'on rétablit le circuit.

Par opposition, comme l'action continue d'un courant tend à *hébêter* en quelque sorte les nerfs; il propose de diriger ce moyen contre le tétanos naturel qu'il considère comme analogue au tétanos déterminé artificiellement, ainsi que je l'ai exposé plus haut.

Il est difficile de ne pas admettre aujourd'hui que les commotions produites par le contact des poissons électriques sont dues à des courans. — Les grenouilles préparées qui y sont soumises, sont agitées de mouvemens convulsifs; quelques observateurs assurent avoir vu l'étincelle, en recevant la commotion sur une lame de verre armée d'une bande d'étain qui présentait une petite solution de continuité, etc.

Enfin, pour terminer ce sujet, quel degré de confiance doit-on accorder aux expériences du docteur *Beraudi*, de Turin, qui assure avoir vu des aiguilles implantées dans les nerfs chez des animaux vivans, devenir magnétiques, après un séjour de quelques minutes. — L'observation de M. *Breton*, qui a constaté le développement de phénomènes électriques pendant un accès d'épilepsie. — Celles de M. *Sachse*, de Ludwigslust, sur les effets du contact des barres de fer dans la catalepsie, effets qui consistaient dans un relâchement des muscles contractés, etc.

Quelque bizarres et extraordinaires qu'ils paraissent, ces faits ne doivent pas être rejetés sans examen, pas plus qu'ils ne doivent être aveuglément adoptés.

FIN.